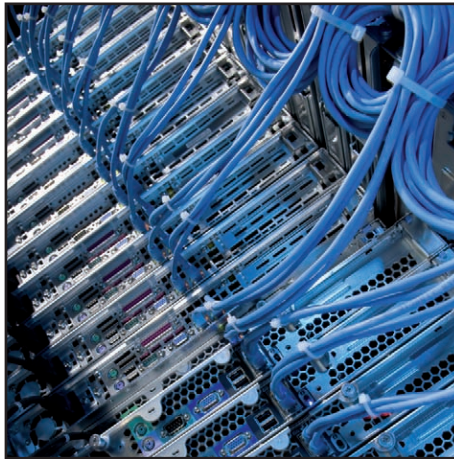


Schwerpunktthema

## 100 GbE startet durch: Mellanox Spectrum® und Kampfpreise von Dr. Franz-Joachim Kauffels

Kaum hat Mellanox seinen neuen, in verschiedener Hinsicht einzigartigen Switch IC mit dem Namen „Spectrum“ aus der Taufe gehoben, wurde auch ein bald verfügbares Switch-Modell vorgestellt, bei dem der neue Spectrum IC eingesetzt wird. Dadurch entsteht ein ernst zu nehmender Gegenentwurf zu Broadcom's Tomahawk. Noch spannender ist aber, dass sich namhafte Hersteller direkt zu Beginn einen Preiskampf liefern, bei dem ausgerechnet Cisco den Preis für einen 100 G Port unter 1000 Euro drückt. Das reißt nicht nur das Scheunentor für die 25/50/100-Technologie meilenweit auf, sondern die Scheune direkt mit um.



Denn zum ersten Mal seit vielen Jahren rückt wieder das alte Ethernet-Versprechen beim Übergang auf eine neue Geschwindigkeitsstufe: 10-fache Leistung zum rund 3-fachen Preis! Damit verlässt 100 GbE den Dunstkreis der Mega-RZs und wird auch für „normale“ RZs in Unternehmen, Organisationen und Behörden interessant. Die Konsequenzen für die 40 GbE-Technik sind allerdings verheerend.

Auf Rechenzentren kommen sozusagen täglich neue Anforderungen zu, wie wir in unseren Medien und Vorträgen immer wieder diskutiert haben.

weiter auf Seite 8

Zweitthema

## Audio und Video CODECs für das WAN - Teil 2 Fehlerkorrektur und Fehlertoleranz für Audio- und Video-CODECs

von Simon Lindenlauf, Dipl.-Ing. Dominik Zöller

Die Bewertung von Audio- und Video-CODECs und die Auswahl geeigneter CODECs für den Einsatz im WAN waren im September Thema des Netzwerk-Insiders. Wir haben die Grundlagen der CODECs diskutiert und uns einen Überblick über den CODEC-Markt verschafft.

Außerdem wurden fünf CODEC-Eigenschaften (Qualität, Ressourceneffizienz, Verzögerungsarmut, Fehlerkorrektur und Fehlertoleranz sowie Fehlervermeidung) als wesentlich identifiziert und festgestellt, dass die Auswahl eines geeigneten CODECs ein vielschich-

tiges Optimierungsproblem darstellt. Im heutigen Teil möchten wir nun Mechanismen zur Realisierung von Fehlerkorrektur und Fehlertoleranz diskutieren, um einen tieferen Einblick in die Netzwerk-Eignung von CODECs zu gewinnen.

weiter auf Seite 16

Geleit

### Herausforderung Skalierbarkeit

auf Seite 2

Standpunkt

### Sicherheit oder Verfügbarkeit?

auf Seite 14

Aktuelle Kongresse

## ComConsult UC-Forum 2015 ComConsult Technologie-Tage 2015

ab Seite 4

Aktuelle Sonderveranstaltung

## SDN-Sonderveranstaltung mit SDN-Demo-Center

auf Seite 15

Zum Geleit

# Herausforderung Skalierbarkeit

Die größte Herausforderung der nächsten Jahre wird in der schnellen Reaktion auf veränderte Kapazitäts-Anforderungen bestehen. Dies ist eine der Kernaussagen des exklusiven ComConsult Research-Reports für die Teilnehmer der ComConsult Technologie-Tage 2015 im November.

Dies ist zugleich das dominante Kriterium, über das Cloud-Leistungen verkauft werden: die schnelle Bereitstellung von Kapazitäten in fast unbegrenzter Form. Tatsächlich sind die Kostenvorteile der Cloud mit großer Vorsicht zu betrachten, doch ohne Zweifel müssen sich Unternehmen dieser Herausforderung stellen. Der Übergang zu neuen Formen des Marketings, eine veränderte Form der Interaktion mit Kunden und Zulieferern und viele andere neue Technologien wie das Internet of Things fordern im Kern diese zentrale Fähigkeit von der IT-Abteilung.

Eine der Kernaussagen des exklusiven Reports von ComConsult Research ist, dass eine solche Flexibilität und Skalierbarkeit durchaus auch mit eigenen Ressourcen erreicht werden kann. Dabei wird die Cloud in einigen Bereichen als Baustein unvermeidbar sein, auch weil sich einige Angebote der Software as a Service SaaS ggf. als unverzichtbar erweisen. Die Lösung muss also heißen: skalierbare eigene Kapazitäten, wo wirtschaftlich sinnvoll und umsetzbar kombiniert mit gezielt ausgesuchten Cloud-Leistungen, wo sie tatsächlich Vorteile bringen.

Ein kurzer Hinweis zu einer wesentlichen Empfehlung des Reports. Anbieter wie Facebook werben damit, dass sie in der Lage sind physikalisch innerhalb von 4 Minuten einen Server zu tauschen. Muss das für Unternehmen ein Maßstab sein? Zum einen ist die Zeitanforderung selber mit Vorsicht zu genießen. Scale-Out-Server-Architekturen gehen davon aus, dass ein ausgefallener Server kein Problem bereitet. Sie sollten in der Lage sein, die betroffenen Virtuellen Images ggf. kombiniert mit replizierten Daten direkt auf einem anderen Server weiter laufen zu lassen. Hier sind wir wieder bei der Skalierbarkeit und unterstellen, dass diese Reserve-Kapazität vorhanden ist. Wir unterstellen aber auch mindestens zwei andere Sachen:

- Sie haben eine Lösung für den Wechsel eines ausgefallenen Servers in dem Sinne, dass die auf diesem laufenden virtuellen Maschinen direkt auf einem



anderen physikalischen Server ohne Datenverlust oder mit Rücksprung zur letzten sicheren Transaktion weiter laufen können

- Sie haben ein System-Management aufgesetzt, das den Fehler sofort erkennt und alle erforderlichen Maßnahmen umsetzt

Dies ist eine Botschaft, die im Zeitalter der Cloud gerne verschwiegen oder klein geredet wird. Ohne ein extrem gut aufgesetztes System-Management mit einem automatischen oder teil-automatischen Reaktionsteil geht in Scale-Out-Architekturen gar nichts. Die 4 Minuten Server-Wechsel bei Facebook starten nachdem der Fehler System-technisch gemeldet wurde, der Mitarbeiter seinen Trolley mit den Ersatzteilen beladen hat, den langen Weg zu dem Server hinter sich gebracht hat und mit der Arbeit beginnt. Die 4 Minuten selber stehen in keinem Verhältnis zur Vorlaufzeit. Die Verfügbarkeit der Cloud basiert nicht auf perfekter Hardware sondern auf Architekturen, die nicht von einem konkreten Hardware-Element abhängen, Reservekapazitäten und einem weitgehenden System-Management, das eine präzise Ermittlung des Detailfehlers erlaubt. Würde der Facebook-Mitarbeiter - nachdem er denn endlich am Rack angekommen ist - feststellen, dass ihm das passende DIMM-Modul für eine Speicher-Reparatur fehlt, dann bricht das ganze System zusammen. Natürlich haben die Cloud-Provider angesichts der schiereren Größe ihrer Rechenzentren besondere Betriebsmethoden entwickelt, um mit einem optimalen Personaleinsatz das RZ betreiben zu können. Facebook geht zur Zeit von einem Betreuer für ca.

physikalische 30.000 Server aus und das Ziel ist es 50.000 zu erreichen. Aber das sind keine Angaben, die ein normales Unternehmen erschrecken sollten. Mit einem gut aufgesetzten System-Management und einer sauber strukturierten 24/7/365 Betriebsorganisation inklusive guter Lösungen für die Schichtzeiten ist ein Unternehmen nicht im Nachteil gegenüber der Cloud. Oder anders formuliert, die möglichen Vorteile der Cloud sind kleiner als der Aufwand der Cloud-Integration wäre.

Damit sind wir aber wieder zurück bei der Frage der Skalierbarkeit. Skalierbarkeit bedeutet eine Auslegung aller IT-Infrastrukturen nach entsprechenden Prinzipien:

- Es darf keine Infrastruktur geben, deren Ausfall nicht durch eine Reserve-Infrastruktur kompensiert werden kann
- Scale-Out ist für viele IT-Infrastrukturen die bessere Lösung als Scale-Up (Details dazu im Report)
- Für alle Scale-Out-Lösungen muss der Basis-Baustein bestimmt werden, der dann in der Architektur multipliziert wird. Dieser muss so viel Leistung aufweisen, dass er für keine Einzelnutzung zu klein ist
- Scale-Out-Lösungen müssen dann diesen Basis-Baustein in multiplizierter Form anbieten und somit eine Gesamtleistung inklusive ausreichender Reserven umsetzen
- Das Ganze muss von einer System-Management-Lösung begleitet werden, die von der Provisionierung bis zur Fehlererkennung die gesamte Spannbreite abdeckt

Besondere Aufmerksamkeit geht naturgemäß in den Bereich der Provisionierung. Dabei müssen wir unterscheiden zwischen der physikalischen und der virtuellen Provisionierung. Die physikalische Provisionierung installiert die notwendige Hardware und ist naturgemäß manuell. Es gibt aber kaum noch eine Ressource in einem modernen RZ, die physikalisch genutzt wird. In der Regel werden die Hardware-Kapazitäten als virtuelle Kapazitäten abgebildet. Das Netzwerk hinkt hier als Technologie noch hinterher, aber das ist genau der Übergang, in dem sich Netzwerk-Technologie befindet. Auch Speicher-Technologie befindet sich auf dem Weg über die Virtuelle-Speicher-Technik hin zum Software Defined Storage.

## Herausforderung Skalierbarkeit

Für die meisten Unternehmen wird die Frage der nächsten Jahre darin bestehen in welcher Form die Bereitstellung virtueller Ressourcen erfolgen soll. Beispiele aufsteigender Komplexität sind:

- Manuell eingesetzte Templates auf der Basis der Virtualisierungs-Plattform
- Programmatische Bereitstellung von Teilressourcen durch Technologien wie SDN oder SDS
- Automatischer Start kompletter Applikations-Architekturen durch das Betriebspersonal
- Automatischer Start kompletter Applikations-Architekturen durch den beauftragenden Anwender auf der Basis eines Selbstbedienungs-Portals

Die letzte Stufe wird in der Presse etwas verklart und mit hoher Cloud-Gläubigkeit diskutiert. Tatsächlich spricht sie Themen an, die wir seit der Business Scorecard Mitte der 90er Jahre diskutieren. Die automatische Bereitstellung für den Anwender erfordert klare und präzise Service-Kataloge und einen Mechanismus der verbrauchsabhängigen Abrechnung. Alleine an dem letzten Kriterium beißen sich viele Unternehmen seit Jahren die Zähne aus, da die internen Organisations-Struk-

turen häufig eine Zuordnung von Kosten zu bestimmten Services gar nicht erlauben. Dies ist für die Cloud-Provider anders. Zum einen bieten diese nur sehr eingeschränkte und dafür aber beliebig multiplizierbare Services an. Zum anderen sind dies neue Betriebsorganisationen, die nicht organisatorische Historie von Großunternehmen mit sich tragen müssen. Die Frage ist auch, ob die Breite, die eine moderne IT heute anbieten muss, ernsthaft in Form von 100% sauber definierten Services mit klar abgegrenzten Kostenträgern erbracht werden kann. Aus meiner Sicht muss das bezweifelt werden.

Aber zurück zur Skalierbarkeit. Skalierbarkeit ist eine Pyramide, die man von unten aufbauen muss. Und unten sind die Basis-Technologien angesiedelt, die nun nach den Grundprinzipien der Skalierbarkeit aufgesetzt werden müssen. Dies beinhaltet Fragen wie:

- Wie sieht ein Skale-Out-Konzept für Server aus? Was ist die kleinste Einheit? Facebook setzt auf 8-Kern Xeons als kleinste Einheit. Ist das ein nutzbarer Maßstab?
- Wie sieht ein Scale-Out-Konzept für Netzwerke aus? Was ist die kleinste Einheit? Die Server-Hersteller drücken seit

Jahren die aus Netzwerk-technischer Sicht unsinnige 40 Gigabit-Schnittstelle als kleinste Einheit in den Markt. Nun haben wir als neuen Ansatz 25 und 50 Gigabit, die sich technologisch besser mit 100 Gigabit vertragen. Ist das der bessere Ansatz?

- Wie sieht das auf der Speicherseite aus? Hier gibt es bedingt durch Multi-Tier-Konzepte nicht so etwas wie die kleinste Einheit. Die Vielfalt der Anforderungen im Speicher-Bereich lässt sich nicht mit einem einzelnen Basis-Baustein erfüllen. Also brauchen wir eine Aufteilung in Tier-spezifische Basis-Bausteine. Aber wie sieht die optimale Skalierung aus? Wird Software Defined Storage für Unternehmen, die in Zukunft skalieren wollen, unverzichtbar?

Dies sind Fragen, die wir auf den ComConsult Technologie-Tagen 2015 mit den Teilnehmern diskutieren werden. Skalierbarkeit und eine flexible schnelle Reaktion auf sich permanent ändernde Anforderungen bilden den Rahmen für die Zukunft der IT. Die Cloud ist dabei ein einzelner Baustein, aber keine Lösung. Es wird nicht ohne sie gehen, aber der Schwerpunkt muss auf einem innerbetrieblichen Gesamtkonzept liegen.

Ihr Dr. Jürgen Suppan

## Kongress

### ComConsult Technologie-Tage 2015 09.11.-10.11.15 in Düsseldorf

Moderne IT-Lösungen und Architekturen basieren auf individuell miteinander verknüpften Technologie-Bausteinen. Die Zeiten, in denen wir IT in Technologie-Silos planen konnten, sind vorbei. Applikationen, Server, Speicher und Netzwerke bilden in ihrer Gesamtheit Architekturen. Und diese werden immer individueller. Standard-Architekturen, die man blind für alles einsetzen konnte, gehören der Vergangenheit an.

Vermaschtes Technologie-Wissen ist die notwendige Basis für erfolgreiche Planung und wirtschaftlichen Betrieb.

Hier setzen die ComConsult Technologie-Tage 2015 an:

- wir evaluieren für Sie, welche Technologie-Bausteine aus welchen Bereichen im Moment wichtig sind und für die Planung und den Betrieb bekannt sein sollten
- darauf basierend zeigen wir auf, wie Architekturen für Applikationen, Server, Speicher und Netzwerke an typischen Beispielen umgesetzt werden können.

Moderation: Dr. Jürgen Suppan

Preis: € 1.990,- netto

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

### Exklusiv für Kongressteilnehmer

### IT-Infrastrukturen und Technologien 2020: Trendanalyse

von Dr. Jürgen Suppan



Aktueller Kongress

# ComConsult Technologie-Tage 2015 09.11. - 10.11.15 in Düsseldorf

Die ComConsult Akademie veranstaltet vom 09.11. bis 10.11.15 die "ComConsult Technologie-Tage 2015" in Düsseldorf.

Moderne IT-Lösungen und Architekturen basieren auf individuell miteinander verknüpften Technologie-Bausteinen. Die Zeiten, in denen wir IT in Technologie-Silos planen konnten, sind vorbei. Applikationen, Server, Speicher und Netzwerke bilden in ihrer Gesamtheit Architekturen. Und diese werden immer individueller. Standard-Architekturen, die man blind für alles einsetzen konnte, gehören der Vergangenheit an.

Vermaschtes Technologie-Wissen ist die notwendige Basis für erfolgreiche Planung und wirtschaftlichen Betrieb.

Hier setzen die ComConsult Technologie-Tage 2015 an:

- wir evaluieren für Sie, welche Technologie-Bausteine aus welchen Bereichen im Moment wichtig sind und für die Planung und den Betrieb bekannt sein sollten
- darauf basierend zeigen wir auf, wie Architekturen für Applikationen, Server, Speicher und Netzwerke an typischen Beispiel umgesetzt werden können.



Auf den ComConsult-Technologie-Tagen 2015 analysieren wir für Sie unter anderem und diskutieren in offener Form

- Welche Variationen von Server-Architekturen gibt es im Moment und wie sind die Abhängigkeiten zwischen Server, Speicher und Netzwerk?
- Welchen Einfluss wird die Cloud auf die Zukunft unserer Applikationen und Architekturen haben? Wie können Cloud-Anwendungen geeignet individualisiert und in die bestehende IT integriert werden? Welche Anforderungen an Infrastrukturen entstehen dabei?

- IT in vermaschten Technologie-Bausteinen: kann das wirklich noch sicher sein? Wie sehen Sicherheits-Architekturen für die IT der Zukunft aus?
- Outsourcing versus Outtasking: wie können Abhängigkeiten vermieden, Flexibilität gesteigert und gleichzeitig Kosten gesenkt werden?
- Mobile Endgeräte und ihr Einfluss auf die Zukunft der IT: mit welchen Szenarien müssen wir in einigen Jahren rechnen und welche Maßnahmen müssen wir heute ergreifen, um ein solides Fundament zu haben?
- Von der Kommunikation zur Kollaboration: Mehrwert-Kommunikation in internen und externen Teams, wie verändern sich die Anforderungen über Telefonie und Videokonferenzen hinaus?
- Ausgewählte technologische Bausteine für die IT der nächsten Jahren, die jeder kennen sollte: IPv6, neue Hardware-Komponenten, Netzwerke

Die ComConsult Technologie-Tage 2015 wenden sich an Entscheider in den Unternehmen. Sie liefern das Fundament zum Verständnis der aktuellsten technologischen Entwicklungen über die Grenzen der bestehenden Silos hinaus. Sie zeigen wie unsere IT in Zukunft aussehen wird.


Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

## Anmeldung ComConsult Technologie-Tage 2015

Ich buche den Kongress  
**ComConsult Technologie-Tage 2015**

09.11.-10.11.15 in Düsseldorf  
zum Preis von € 1.990,- netto

Bitte buchen Sie mir ein Hotelzimmer

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

Vorname \_\_\_\_\_ Nachname \_\_\_\_\_

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

Straße \_\_\_\_\_ PLZ, Ort \_\_\_\_\_

eMail \_\_\_\_\_ Unterschrift \_\_\_\_\_

Programmübersicht ComConsult Technologie-Tage 2015

**Montag 09.11.2015**

**9:30 Uhr**

**Keynote: Sichere Investitionen in IT-Infrastrukturen und Technologien 2020**

- Was bestimmt den Bedarf?
- Welche Lösungs-Technologien gibt es?
- Empfehlungen

*Dr. Jürgen Suppan,  
ComConsult Research GmbH*

**10:30 Uhr**

**Neue Hardware-Entwicklungen und Auswirkungen auf den Markt: Performance unlimited**

- Prozessoren: mehr Kerne, Terabit I/O-Leistung, massive Konzentration
- Speicher: neue 3D-SSDs: 1000 mal schneller, 1000 mal dauerhafter, 10 mal kleiner
- Netzwerke: dynamische Skalierung für Enterprise, SDN Multiterabit für Provider, Mobilität: LTE Neuerungen

*Dr. Franz-Joachim Kauffels,  
unabhängiger Berater*

**11:15 Uhr Kaffeepause**

**11:45 Uhr**

**Storage Trends: Kostenfalle oder Schlüssel zu einer schlagfertigeren IT?**

- Quadratur des Kreises: mehr Leistung und mehr Volumen ohne Kostenexplosion
- Ist Scale-out die Lösung für dringende Storage-Probleme?
- Sinn und Unsinn von Cloud Storage

- Wie kann die Kontrolle der eigenen Daten trotz Nutzung einer externen Cloud aussehen?

*Dr. Behrooz Moayeri,  
ComConsult Beratung und Planung GmbH*

**12:30 Uhr Mittagspause**

**14:00 Uhr**

**Netzwerk-Technologien im Umbruch, oder doch nicht?**

- Neue Trends Automatisierung und Virtualisierung
- Was ist SDN und welche Auswirkungen wird es auf das Design der Netze haben?
- Wie setzen Hersteller SDN um und gibt es übergreifende Standards?
- Virtualisierung auch bei Firewalls, etc. – Vor- und Nachteile von NFV
- Brauchen wir zukünftig überhaupt noch Netze, tut es nicht WLAN auch?

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

**14:45 Uhr**

**Schlüsseltechnologie IPv6 - Einzug in die Unternehmen**

- Gründe und Hindernisse vor dem Start der Migration zu IPv6
- Sind IPv6 Projekte Fässer ohne Boden oder sind die Kosten deutlich geringer als befürchtet?
- Ablauf der Einführung von IPv6 und Varianten für Pilotprojekte

*Markus Schaub,  
ComConsult-Study.tv*

**15:30 Uhr Kaffeepause**

**16:00 Uhr**

**Kommunikation und Kollaboration: wo steht UC und welche Auswirkung hat die Abschaffung von ISDN**

- Was bedeutet UC/UCC? Entwicklung des Kommunikationsbedarfs
- Das Ende von ISDN, und nun?
- Entwicklung des Endgeräte-Markts
- UC vs. Click to Communicate: Kommunikation durchdringt alle Anwendungen
- Die zukünftige Bedeutung von Video

*Dipl.-Inform. Petra Borowka-Gatzweiler,  
UBN Netzwerke*

**16:45 Uhr**

**Zusammenfassung des Tages, Fragen, Diskussion**

**17:00 Uhr**

**Führen in komplexen Zeiten**

*Dipl.-Kfm. Lars Sudmann,  
Champion Speaker*

**18:00 Uhr Happy Hour**

**Dienstag 10.11.2015**

**9:00 Uhr**

**Outsourcing vs. Outtasking**

- Motivation für die Fremdvergabe von Leistungen
- Welches Modell eignet sich für welche Aufgabenstellungen
- Notwendige Steuerungs- und Kontrollmechanismen
- Vertragstypen, Leistungsumfang, Schnittstellen, Laufzeit und Kosten
- Voraussetzungen für den Wechsel des Vertragspartners

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

**10:00 Uhr**

**Informationssicherheit im Internet of Things**

- IoT - Chancen ja, Sicherheit ?
- Daten in und Vernetzung von Fahrzeugen
- Industrieanlagen: vertraue ich meinen Sensoren?
- Sonstige vernetzte Dinge
- Was sollten Unternehmen beachten?

*Prof. Dr. Marko Schuba,  
Fachhochschule Aachen*

**10:45 Uhr**

*N.N.*

**11:30 Uhr Kaffeepause**

**12:00 Uhr**

**Minenfeld IT-Compliance - Haftungsrisiken für Führungskräfte**

- Verantwortung und Haftung des Leitungspersonals
- Rechtsfolgen bei Verfehlungen im IT-Bereich
- Typische Verfehlungen im IT-Bereich
- Datenschutz
- Lizenzmanagement
- IT-Sicherheit

*Dr. Jan Byok,  
Wirtschaftskanzlei Bird&Bird LLP*

**12:45 Uhr Mittagspause**

**14:15 Uhr**

**Der Mobile-Hype auf dem Boden der Tatsachen**

- Wie entwickelt sich die Nutzung von mobilen Endgeräten und des mobilen Internet?
- Mobil Telefonieren und Mailen – wirklich das Ende der Fahnenstange?
- Wie werden mobile Endgeräte im Unternehmen genutzt?
- Welches Potenzial haben Mobiles noch für den Enterprise-Einsatz?
- BYOD vs. CoD – Stand der Dinge

*Dipl.-Ing. Dominik Zöller,  
ComConsult Beratung und Planung GmbH*

**15:00 Uhr**

**Herausforderung Informationssicherheit**

- Methoden und Werkzeuge zur Abwehr zielgerichteter Angriffe
- Sicheres Cloud Computing und sicheres Mobile Computing: Möglichkeiten und Grenzen
- Sicherheit als integraler Bestandteil der IT-Architektur
- ISO 27001 und Co.: Anforderungen, Aufwand und Nutzen einer zertifizierbaren Informationssicherheit
- Notwendigkeit des Risikomanagements für die Informationssicherheit

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

**15:45 Uhr**

**Diskussion: Sicherheit als Schlüsseltechnologie**

- Optionen für eine erfolgreiche Sicherheits-Strategie
- Sichere Nutzung des Internets inkl. Email und Cloud
- Wo sind die Grenzen der Wirtschaftlichkeit

**16:15 Uhr Ende der Veranstaltung**

Aktueller Kongress

# ComConsult UC-Forum 2015

## 23.11. - 25.11.15 in Königswinter

Die ComConsult Akademie veranstaltet vom 23.11. bis 25.11.15 ihr diesjähriges "UC-Forum 2015" in Königswinter.

Alljährlich im November präsentieren wir für Sie die neuesten Trends und Technologien, wie sich die Kommunikation in unseren Unternehmen weiterentwickelt. In diesem Jahr gehört hierzu sicherlich als Top Thema die Ankündigung der Deutschen Telekom, bis 2018 das öffentliche PSTN/ISDN Netz abzuschalten. Die Schwerpunkte unserer diesjährigen Veranstaltung beinhalten jedoch nicht nur die geplante Neuausrichtung im Providenumfeld, sondern beleuchten auch die hierfür notwendigen Design-Änderungen sowie die aktuellen Trends bei Enterprise UC Lösungen.

Die Produktankündigungen aus dem vergangenen und laufenden Jahr haben UC endgültig zur Marktreife gebracht und erfordern nun eine kritische Beurteilung. Wir stellen für Sie die Fragen:

- UC on Premise vs. UCaaS aus der Cloud
- Typische Arbeitsplatz-Spezifikationen einer UC-Lösung
- Musterprojekt für UC und Bewertung der Herstellerlösungen

Produkte wie Cisco Spark oder Unify Circuit werfen erneut die Frage auf, ob die On Premise Lösung für eine UC bzw. Kollabo-



rations-Plattform noch zeitgemäß ist.

In diesem Zusammenhang möchten wir Ihnen natürlich auch die Marktposition und Neuerungen aktueller Technologietrends wie

- WebRTC
- Standardisierung von SIP Trunking
- Voice- und Videocodecs im WAN aufzeigen und deren Auswirkungen erläutern.

An dem eingangs erwähnten Top Thema, der Neuausrichtung der Kommunikation zu „All-IP“, wird ab 2016 kein Unterneh-

men mehr vorbeikommen. Die Erarbeitung einer Migrations-Strategie hin zu All-IP in der öffentlichen Kommunikation wird ein MUSS für alle Enterprise ITK Teams, die wettbewerbsfähig bleiben wollen. Daher widmen wir uns diesem Thema auf dem UC-Forum 2015 in besonderem Maße.

Wir beleuchten die Frage wie zukünftig Enterprise VoIP Lösungen an das öffentliche Netz angekoppelt werden und welche Fragen dabei zu lösen sind.

Hierfür sehen wir folgende Themen-Schwerpunkte:

- Session Border Controller Technologie
  - Einsatz-Szenarien und Funktion
  - Design, Architektur
  - Produktübersichten
- Provider Lösungen von SOHO bis Enterprise
  - Globale All-IP Vernetzung für Unternehmen
  - Lösungsangebote zur Umstellung von PMX auf VoIP Trunks
- Praxisbeispiele zur Umsetzung von All-IP Kommunikation

Wie in jedem Jahr runden einige Hersteller- und Anwendervorträge und unsere begleitende Ausstellung das Programm ab. Seien Sie dabei und lassen Sie sich über wichtigsten Trends und technischen Neuerungen aus erster Hand informieren.

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

# Anmeldung


## ComConsult UC-Forum 2015

Ich buche den Kongress  
ComConsult UC-Forum 2015

23.11. - 25.11.15 in Königswinter  
zum Preis von € 2.390,-- netto

inkl. Report " ComConsult Communications Index"  
zum Preis von 338,- € netto

Bitte buchen Sie mir ein Hotelzimmer

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

Vorname \_\_\_\_\_ Nachname \_\_\_\_\_

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

Straße \_\_\_\_\_ PLZ,Ort \_\_\_\_\_

eMail \_\_\_\_\_ Unterschrift \_\_\_\_\_

Programmübersicht ComConsult UC-Forum 2015

**Montag 23.11.2015 - UC 2016 - Markt & Technik**

**9:30 - 10:15 Uhr**

**Keynote**

- UCC – von On-Premise in die Cloud
  - Arbeitsplatz – vom Telefon zur Browseranwendung • Amtsanbindung – vom PSTN-Gateway zum SBC • Amt – von ISDN zu All-IP
  - Markt – von der Vielfalt zur Einfachheit?
- Dipl.-Ing. Dominik Zöller,  
ComConsult Beratung und Planung GmbH*

**10:15 - 11:00 Uhr**

**UC Aktuell - Cloud vs. OnPrem**

- Einsatz-Szenario Cloud / On Premise
  - Funktionalität und Vorteile: Cloud Lösungen / On Premise Lösungen • Nachteile: Cloud Lösungen / On Premise Lösungen
  - Fazit: Welche Lösung eignet sich für wen?
- Dipl.-Inform. Petra Borowka-Gatzweiler, UBN  
Markus Geller, ComConsult Research GmbH*

**11:00 - 11:30 Uhr Kaffeepause**

**11:30 - 12:00 Uhr**

**Collaboration auf dem Weg in die Cloud**

- Veränderungen im Markt, Anforderungen der Kunden, Innovation, warum Cloud?
- Cisco Collaboration Cloud aber sicher! Enterprise Security mit Cloud Deployments

- Hybrid Cloud Lösungen, Schutz bestehender Investitionen, Integration im Zusammenspiel mit den Vorteilen der Cloud
- Kunden Use Cases, neuste Innovationen in Cisco Collaboration und deren Anwendung in Projekten

*N.N., Cisco Systems GmbH/  
Verizon Deutschland GmbH*

**12:00 - 12:45**

**WebRTC – Aktuelle Situation und Trends**

- Google Roadmap
- Video Codecs (VP8 HW Encoding, VP9, H.264)
- Microsoft IE und WebRTC • SCTP vs. QUIC
- ORTC: Das Ende von SDP
- Ericsson: Open WebRTC Project

*Markus Geller,  
ComConsult Research GmbH*

**12:45 - 14:15 Uhr Mittagspause**

**14:15 - 14:45 Uhr**

**Neue Kommunikationswege für UCC**

- Trend 1: schlankere Nutzeroberfläche
- Trend 2: All-IP Multimedia durch den Einsatz von Enterprise SBCs
- Trend 3: der Shift vom separaten UC-Client zur Anwendungs-Integration

- Trend 4: Maßgeschneidertes UCC durch Anwendungen und Snap-Ins

*Thomas Römer,  
Avaya Deutschland GmbH*

**14:45 - 15:45 Uhr**

**Musterprojekt Teil 1:**

**Ausschreibung einer UC-Lösung**

- Vorstellung der Vorgehensweise
  - Hersteller-Auswahl • Ausschreibungsszenario
  - Bewertungskriterien • Arbeitsplatzmodelle
- Dipl.-Math. Leonie Herden,  
ComConsult Beratung und Planung GmbH*

**15:45 - 16:15 Uhr Kaffeepause**

**16:15 - 17:15 Uhr**

**Musterprojekt Teil 2:**

**Präsentation der Ergebnisse**

- Vorstellung der eingegangenen Angebote
  - Architektur und Lösungsdesign im Überblick
  - Aktuelle Clients und Arbeitsplatzlösungen
  - Preise & Wirtschaftlichkeit
- Dipl.-Math. Leonie Herden,  
ComConsult Beratung und Planung GmbH*

**ab 18:00 Uhr Happy Hour**

**Dienstag 24.11.2015 - VoIP im WAN, Übergang zum öffentlichen Netz**

**9:00 - 9:45 Uhr**

**Session Border Controller:**

**Funktionalität und Einsatz-Szenarien**

- Einsatzbereiche: UNI, NNI, E-SBC
  - Funktionsbereiche: Sicherheit / Interoperabilität / Robustheit, Hochverfügbarkeit, Qualität, SLAs / Regulatorische Compliance
- Dipl.-Inform. Petra Borowka-Gatzweiler, UBN*

**9:45 - 10:45 Uhr**

**Session Border Controller:**

**Architektur- und Design-Konzepte**

- Zentral vs. dezentral – Referenzarchitekturen für SBCs • Anschaltung von herstellereigenen Lösungen und Third-Party-Produkten
  - SBCs als zentrale Routing-Instanz
  - Firewall Bypass vs. Firewall Traversal
  - Wie sieht ein SBC-Design nach BSI TLSTK 2.0 aus?
- Dipl.-Ing. Dominik Zöller,  
ComConsult Beratung und Planung GmbH*

**10:45 - 11:15 Uhr Kaffeepause**

**11:15 - 11:45 Uhr**

**Einsatzszenario für WebRTC und Session**

**Border Controller aus Sicht von Alcatel-Lucent**

- Einführung und Vorteile von WebRTC

- Definition • Vorteile • Architektur
  - Kompatible Browser und deren Verbreitung
- Christian Sailer, ALE Deutschland GmbH*

**11:45 - 12:15 Uhr**

**Beispiel einer WebRTC-Lösung**

- Kerninfrastrukturstandards (DTLS, ICE, Turn etc.)
- Lars Dietrichkeit, innovaphone AG*

**12:15 - 13:00 Uhr**

**SIP Trunking Standards**

- Wofür sind SIP Trunking Standards gut?
  - ITU-T • ETSI • SIP Forum: SIPconnect
  - Positionen der Hersteller
- Dipl.-Inform. Petra Borowka-Gatzweiler, UBN*

**13:00 - 14:30 Uhr Mittagspause**

**14:30 - 15:15 Uhr**

**Anwendervortrag: Der Wechsel von PSTN auf SIP Trunking**

- Die Private Telefonie Cloud der TK
  - Was steckt in der Private Cloud drin? Herausforderungen bei der Implementierung
  - Entwicklungsstrategie All over IP • Fazit
- Dipl.-Ing. Rolf Nagelfeld,  
Techniker Krankenkasse Hamburg*

**15:15 - 15:45 Uhr Kaffeepause**

**15:45 - 16:15 Uhr**

**Microsoft Skype for Business/Lync**

- Unterstützung klassischer Telefonie
  - CallControlGateways
  - Unterschiede zwischen den Produktversionen (Lync und Skype for Business)
- Joachim Frenzel, estos GmbH*

**Worüber bei WebRTC keiner spricht**

- Warum Google in WebRTC investiert
  - Safari on the Edge of WebRTC
  - Wie Sie Ihr Unternehmen auf WebRTC vorbereiten
- Dipl.-Kfm. David Welzmler, estos GmbH*

**16:15 - 17:15 Uhr**

**Voice & Video Codecs im WAN**

- Welche Voice- und Video-Codecs spielen in der Praxis eine Rolle? • Wie funktionieren adaptive Codecs? • Welche Mechanismen zur Fehlerkorrektur existieren?
  - Welche Codecs eignen sich für den Einsatz im WAN? • Welche Codecs werden von den Herstellern präferiert?
- Dipl.-Ing. Dominik Zöller,  
ComConsult Beratung und Planung GmbH*

**Mittwoch 25.11.2015 - ISDN Abschaltung 2018: der Weg zu All-IP**

**9:00 - 9:30 Uhr**

**Motivation für All-IP**

- Die weltweite Abschaltung der öffentlichen PSTN-Netze ist angekündigt
  - Bisheriges Design einer VoIP-Enterprise-Lösung • Zukünftiges Design einer VoIP-Enterprise-Lösung
  - Die „VoIP“-Welt wird auf UC erweitert werden
  - Welche Probleme müssen in der neuen All-IP Welt gelöst werden? • All-IP und IPv6
- Dipl.-Inform. Petra Borowka-Gatzweiler,  
UBN*

**9:30 - 10:15 Uhr**

**E-SBC Produkte im Vergleich**

- Funktionsweise eines SBC
  - Welche Leistungsmerkmale sollte ein SBC haben?
  - Herstellerübersicht der führenden Anbieter
- Dipl.-Inform. Petra Borowka-Gatzweiler,  
UBN*

**10:15 - 10:45 Uhr**

**ISDN vs. VoIP – Was ist anders?**

- Leitungsvermittlung vs. Paketvermittlung
  - Überbuchungssituation, CAC
  - Comfort Noise: Woran erkenne ich eine freie Leitung?
  - Die Abhängigkeit der Sprachqualität von Zeitinformationen und deren Herkunft
  - Über welche Datenleitung kommuniziere ich?
- Markus Geller,  
ComConsult Research GmbH*

**10:45 - 11:15 Uhr Kaffeepause**

**11:15 - 12:45 Uhr**

**SIP Trunk Lösungen & Produkte - Teil 1**

- Vortrag: T-Systems  
*Dieter Thomas, T-Systems International GmbH*
- Vortrag: BT Deutschland  
*Jan Riechers, BT (Germany) GmbH & Co oHG*

**12:45 - 13:45 Uhr Mittagspause**

**13:45 - 15:15 Uhr**

**SIP Trunk Lösungen & Produkte - Teil 2**

- Vortrag: Telefónica Deutschland  
*Dipl.-Ing. Frank Düpmann,  
Telefónica Deutschland GmbH & Co OHG*
- Vortrag: Vodafone  
*Dipl.-Ing. Jindrich Slavik, Vodafone GmbH*

**15:15 - 15:45 Uhr Kaffeepause**

**15:45 - 16:15 Uhr**

**NNI – der Weg zu All-IP**

- Was fehlt für die globale SIP/IP Kommunikation?
  - Welche Lösungsansätze gibt es?
  - Wo liegen die Probleme?
- Markus Geller,  
ComConsult Research GmbH*

## Schwerpunktthema

# 100 GbE startet durch: Mellanox Spectrum® und Kampfpreise

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.

Netze haben sich in den vergangenen Jahren durch Entwicklungen wie SDN oder NFV erheblich geändert, doch am Ende bleibt die schlichte Tatsache, dass alle Änderungen und Anforderungen letztlich von einer entsprechend leistungsfähigen und zuverlässigen Hardware unterstützt werden müssen, weil sonst sämtliche Software-Träume schlicht und ergreifend in Rauch aufgehen.

In der Serie [Chip, Chip, Hurra](#) haben wir ja schon die mögliche Unterstützung von SDN-Mechanismen beispielhaft besprochen.

Hyperscale-, Cloud- oder andere Datenintensive virtualisierte RZs oder Speicherumgebungen treiben den Bedarf schnell in Bereiche, die mit 40 G-Technik nicht mehr abzudecken sind. Da sich der Wandel in vielen Fällen unangenehm schnell vollziehen kann (wir brauchen nur daran zu denken, was passiert, wenn ein Unternehmen oder eine Organisation die flächendeckende Versorgung mobiler Endgeräte mit anständigen Datenraten wirklich ernst nimmt), wird für einen längeren Übergangszeitraum der Bedarf entstehen, sehr unterschiedliche Geschwindigkeitsbereiche angemessen unterstützen zu können. Hier kommen uns die neuen Ethernet-Standards mit den Datenraten 25 und 50 Gbps natürlich sehr entgegen, wie ich schon in anderen kürzlich erschienenen Artikeln dargestellt habe /1/, /2/. Mit ihnen ist ein eleganter Übergang zwischen 10, 25, 40, 50 und 100 GbE möglich. 25 und 50 GbE ergeben sich als „natürliche Zerfallsprodukte“ von 100 G-Ports und harmonieren damit erheblich besser mit dieser neuen Technologiestufe als 40G.

Reinrassige 100G-Switches, wie es sie z.B. von Intel für HPC-Anwendungen gibt, würden diesen Übergang aber nicht optimal unterstützen. Gefragt ist vielmehr ein

flexibles Switch-System mit 10, 25, 40, 50 und 100 G Ports.

In /1/ wurde ja bereits der Tomahawk-Switch ASIC von Broadcom vorgestellt. Broadcom wird grade von Avago Technologies für 37 Mrd. US\$ übernommen, wir belassen es in diesem Artikel aber beim alten Namen, um Verwirrung zu vermeiden.

Ein weiterer, statistisch aktuell weniger relevanter 100G Switching-Chip kommt von XPliant, das Unternehmen wurde im Sommer für den Schnäppchenpreis 90 Mio. US\$ von Cavium übernommen, spielt aber aktuell momentan keine Rolle.

Was macht Intel? Eigentlich würden wir so etwas wie einen „F10000“ – Chip erwarten, aktuell ist aber noch nichts. Eigentlich sollte man annehmen, dass Intel sich den 25/50/100 Markt nicht entgehen lässt, es kann aber auch sein, dass sie es dieses Mal tatsächlich auslassen, weil die Kräfte in einem langfristig viel bedeutenderen Projekt, nämlich Silicon Photonics, gebunden sind. Auf der letzten Investoren-Konferenz wurde dies als zukünftige Technologie für RZ-Verbindungen vorgestellt. Durch die Integration optischer Komponenten wie Multi-Wellenlängen-Sender und -Empfänger, wie ich sie schon vor 15 Jahren beschrieben habe, siehe dazu z.B. das Video /3/, wird es möglich, die bisherigen RZ-Netze durch populär ausgedrückt „Mini-DWDM“-Netze zu ersetzen. Intel wird mit einer Basis-Datenrate von 25 Gbps pro Wellenlängen-Kanal und maximal 64 Kanälen beginnen, was eine 1,6 TBps-Struktur ergibt. Produkte soll es ab 2016 geben, sicher aber erst für Mega-RZs. Der Autor wird Sie zeitnah informieren.

„Tres auditorium faciunt“ ist der Hinweis für den Referenten, ab wie wenigen Teilnehmern er seinen Vortrag halten muss.

Und drei Chips öffnen eine minimale Vielfalt im Markt. Also sehen wir uns den Kandidaten von Mellanox genauer an.

## Mellanox Spectrum®

Spectrum® ist die nunmehr achte Generation der Switch-IC-Familien von Mellanox. Genau wie die bisherigen „SwitchX“-Varianten im Vergleich zu Alternativen anderer Hersteller in der Klasse der 40G-Switches häufig deutlich im Vorteil waren, könnte auch der Spectrum-IC wiederum Maßstäbe setzen, und zwar in der 25/50/100G-Klasse. (siehe Abbildung 1)

Spectrum® setzt das Multi-Lane Konzept des skalierbaren Ethernets, wie es im 40/100G Ethernet Standard definiert wurde, konsequent um. Ein wesentliches, in der Industrie aktuell einmaliges Merkmal des Spectrum®-ICs sind 128 PHYs, die flexibel genug sind, um mit Datenraten zwischen 1 Gbps und 28 Gbps zu arbeiten. Spectrum® unterstützt Datenraten von 1, 10, 25, 40, 50, 56 und 100 Gbps mit extrem geringer Latenz, geringem Jitter und



Abbildung 1: Mellanox Spectrum® Switch-IC, Quelle: Mellanox

## 100 GbE startet durch: Mellanox Spectrum® und Kampfpreise

einer extrem hohen Anzahl von Nachrichten, die durchgesetzt werden können. Die PHYs können über PCBs, Backplanes sowie passive und aktive Kupfer- und Glasfaserverbindungen verbunden werden. Jemand, der auf dieser Basis Switches bauen möchte, hat ein breites Szenario für Schnittstellen mit 1, 2 oder 4 Lanes zur Auswahl.

Fassen wir zusammen: Spectrum unterstützt

- bis zu 32 40/56/100 GbE Ports
- bis zu 64 10/20/25/50 GbE-Ports

Das alleine würde aber nicht dazu reichen, um den aktuellen Anforderungen zu genügen. Um es klar zu sagen: alles was in den Switch hereinläuft, sollte mit möglichst geringer Verzögerung auch wieder herauslaufen. Für einen Switch mit 32 100 GbE-Vollduplex Ports bedeutet das die Notwendigkeit einer aggregierten Gesamtleistung von blockierungsfreien **6,4 Tbps** bei Unterstützung aller Paketgrößen und Verkehrsmuster mit Wire Speed.

Ein anderer Punkt, auf den der Hersteller gerne verweist, ist **Zero Packet Loss**. Obwohl der Hersteller das nicht erwähnt, ist diese Anforderung noch spürbar höher als die vor Jahren formulierte Anforderung „Lossless Ethernet“. Das ist keine Haarspalterei. Lossless Ethernet bedeutet lediglich, dass man statistisch froh ist, nicht deutlich mehr Pakete zu verlieren als ohnehin schon durch die generelle System-Fehlerrate vorgegeben ist. Das hat seinen Ursprung in einer sehr lockeren Definition von „Lossless“ bei älteren Fernnetzen und wäre bei Ethernet etwa 10 exp. -12. Zero Packet Loss im Sinne von Mellanox bedeutet, dass nicht mehr Pakete verloren gehen sollen als durch die Nachrichtentechnik vorgegeben. Da sprechen wir bei den kurzen Wegen im RZ und optischer Übertragung über Größenordnungen von 10 exp.-18 bis 10 exp.-24. Oder, um es einfach auszudrücken: InfiniBand-Qualität.

Für alle seine Switch-ICs gibt Mellanox die Erfüllung folgender Funktionsbereiche an:

- dynamisch geshartetes, flexibles Zwischenpuffern von Paketen
- Data Center Bridging (DCB) Funktionen PFC, DCBX und ETS
- erweitertes Load Balancing
- erweitertes Congestion Management ECN

Das ist nicht weiter verwunderlich, die bisherigen SwitchX®-Modelle hatten diese Funktionen ebenfalls.

Kommen wir aber nochmal zu „Zero Pa-

cket Loss“. Es gibt aktuell keinen weiteren Hersteller mit einer so klaren Ansage. Diese Eigenschaft ist vielfach wichtiger, als man vielleicht annimmt. Nach wie vor geht es um Konvergenz. Auch wenn wir schon rund 15-20 Jahre darüber sprechen, gibt es immer noch viele Betreiber, die sich nicht gerne auf Ethernet verlassen, sondern doch lieber weiter Fibre Channel FC betreiben. Dazu kommen noch Anwender aus dem HPC-Bereich, die lieber InfiniBand IB nehmen, um eine verlustfreie Kommunikation zu bekommen. Mit der Firma Brocade gibt es zwar einen fleißigen Marktführer bei FC, aber verglichen mit Ethernet ist die Entwicklung einfach zu langsam. Bei Ethernet haben wir jetzt 100 G und sprechen über 400 G und 1T in wenigen Jahren. FC ist irgendwie bei 16 oder 32 G stehen geblieben.

Nun bekommen wir neue Speichertechnologien wie 3D-SSDs oder Oktane/3DXP, wie sie von Micron Technologies und Intel angekündigt wurden. Bei diesen Speichersystemen sprechen wir nicht mehr über Zugriffs-Datenraten im Bereich weniger Gbps mit Latenzen bei mehreren 100 Nanosekunden, sondern von Datenraten im Bereich mehrerer Hundert Gbps mit Latenzen von deutlich weniger als einer Nanosekunde. Eigentlich sollten diese Speicher direkt an die Prozessoren angeschlossen werden, aber sie werden auch eine neue schnellste Stufe in den bekannten hierarchischen Speichersystemen, wie es sie von IBM, EMC oder NTAP gibt, bilden. Das liegt einfach daran, dass man große, teilweise historisch gewachsene Datenbestände nicht von heute auf morgen auf eine völlig andere Logik der Speichergestaltung und Speicherarchitektur abbilden können wird.

In diesem Zusammenhang sind 100 G aber das Mindeste, was man derartigen Speichersystemen zur Anbindung anbieten sollte. Das wird FC nicht mehr leisten und InfiniBand ist nur in speziellen Anwendungsbereichen verbreitet. Also benötigt man ein konvergentes Ethernet-System mit wirklicher Verlustfreiheit.

In der 10 GbE-Welt waren wir mittlerweile gewohnt, dass die ursprünglich zu diesem Zweck definierten DCB-Mechanismen ordentlich funktionieren und überwiegend das gewünschte Ergebnis zeigten. Beim Umbruch auf 40 GbE-Switches gab es jedoch eine sehr unliebsame Überraschung. Ein Test einer anerkannten unabhängigen Organisation (Tolly) zeigte erhebliche Schwächen eines 40 GbE-Switches, der auf Basis einer bekannten 40 GbE-Switch-ASIC Architektur aufgebaut war, siehe /4/. Selbst bei mittleren Lasten (z.B. nur 7 Ports der 32 möglichen in Betrieb) zeigte der mit einem Trident II bestückte Switch fürchterliche Schwächen, die in einer deutlich erhöhten Latenz (z.B. 2000 nsec statt 300) und in einer deutlichen Paketverlustrate von bis zu 19% gipfelten. Eine nähere Analyse zeigte, dass der Switch, auch wenn er auf „Cut Through“ eingestellt war, ab einem bestimmten Last-Spektrum auf „Store-and-Forward“ ging, um die innere Switch-Matrix zu entlasten. Damit wurde aber das Problem der Paketbearbeitung auf die Speicher verschoben, und davon gab es offensichtlich zu wenig. Außerdem impliziert „verlustfrei“ natürlich, dass ein Paket in einem akzeptablen Zeitrahmen ankommt, sonst kommt noch ein Hersteller auf die Idee, lästige Pakete in eine Cloud zu verschieben und am nächsten Tag auszuliefern.

## Kongress

### ComConsult Technologie-Tage 2015 09.11.-10.11.15 in Düsseldorf

Die ComConsult Technologie-Tage 2015 wenden sich an Entscheider in den Unternehmen. Sie liefern das Fundament zum Verständnis der aktuellsten technologischen Entwicklungen über die Grenzen der bestehenden Silos hinaus. Sie zeigen wie unsere IT in Zukunft aussehen wird. Vermaschtes Technologie-Wissen ist die notwendige Basis für erfolgreiche Planung und wirtschaftlichen Betrieb. Hier setzen die ComConsult Technologie-Tage 2015 an:

- wir evaluieren für Sie, welche Technologie-Bausteine aus welchen Bereichen im Moment wichtig sind und für die Planung und den Betrieb bekannt sein sollten
- darauf basierend zeigen wir auf, wie Architekturen für Applikationen, Server, Speicher und Netzwerke an typischen Beispielen umgesetzt werden können.

Moderation: Dr. Jürgen Suppan

Preis: € 1.990,- netto



Buchen Sie über unsere Web-Seite

[www.comconsult-akademie.de](http://www.comconsult-akademie.de)

100 GbE startet durch: Mellanox Spectrum® und Kampfpreise

Was der Test allerdings nicht offenbart, ist die wirkliche Quelle des Übels. Betrachtet man den Aufbau der Broadcom-Switch-ASICs, so sind sie nicht nur in gewisser Weise modular, sondern haben auch eine Reihe von Anschlüssen z.B. für zusätzlichen Speicher oder Co-Prozessoren. Ich halte es für voreilig, die Schuld an dem desaströsen Testergebnis alleine auf Broadcom zu schieben. Es ist ebenso möglich, dass Arista den Switch insgesamt zu spartanisch ausgestattet hat, weil z.B. der Anspruch an Prozessor-Performance oder schlicht an Speicher bei bestimmten Lastprofilen unterschätzt wurde.

Es sei bemerkt, dass es auch Hersteller gibt, die von Beginn an nicht mit solchen Problemen zu kämpfen hatten. Der Cisco Nexus 9000 ist z.B. ein 40GbE-Switch, der in Tests alle seine Leistungsversprechen eingehalten hat. Hier arbeitet ja ein von Cisco selbst entwickelter Switch-Kern mit Randmodulen von Broadcom zusammen, die die enorme Schnittstellenvielfalt unterstützen.

Wenn wir jetzt von 40G auf 100G übergehen, darf ein solches Problem einfach nicht auftreten. Mit jeder Steigerung der Geschwindigkeit werden die Zeiten, in denen ein Paket bearbeitet werden kann, immer kürzer.

Um ein besseres Verständnis dafür zu entwickeln, auf welche Weise Mellanox die angegebenen Ziele erreichen kann, müssen wir etwas zurückgehen. Die bisherigen Modelle der SwitchX®-Reihe waren in ihrem Herzen eigentlich immer InfiniBand-Switches, also eigentlich Angehörige einer wesentlich besser designten Netzwerk-Technik als Ethernet. Nun ist es für einen IB-Switch sehr einfach, einen Ethernet-Switch „nachzumachen“. Die Kosten für einen IC hängen letztlich sehr stark davon ab, wie viele man davon herstellen und verkaufen kann. Angesichts der Marktlage lässt sich ein Ethernet-Produkt in erheblich größeren Stückzahlen verkaufen. In den ersten Jahren wurde das vom Hersteller offen kommuniziert, später ist man dazu übergegangen, die Produktlinien für Ethernet und IB anscheinend zu trennen, aber (stark vermutlich) nicht wirklich. So kommt z.B. auch die interessante Datenrate 56 Gbps zustande. Das ist eine Datenrate für IB, aber man kann natürlich auch ohne Weiteres ein 56 Gb Ethernet definieren, wenn man entsprechende Adapterkarten dafür baut, wie Mellanox es mit den ConnecX-Karten macht.

Das 56 GbE ist dem 40 GbE um satte 40% überlegen, was zu interessanten Anwendungsfällen führt, die auf der Website des Herstellers dokumentiert

sind. Man kann es aber auch anders anschaulich formulieren: baut man mit einem 56 G- Switch-Kern ein 40 G-Netz auf, kommt dieser NIE in seinen Hochlastbereich, sondern hat immer genug „Luft“. Außerdem wird das Design deutlich weniger Strom verbrauchen als ein „echter“ 40G-Switch, denn oberhalb von ca. 70% Last (je nach VLSI-Familie) steigt der Verbrauch überproportional.

Übrigens ist das 56 GbE wie immer natürlich vollduplex zu verstehen, so dass ein Switch-ASIC, der das unterstützt, mit seinen 112 G-Ports eigentlich schon ein 100G-Modell ist.

Von den 56/40 G SwitchX-ICs wissen wir also durch Erfahrung und Messung, dass sie die gewünschten Eigenschaften haben. Sind diese Eigenschaften jetzt auch auf den Spectrum-Switch-IC übertragbar? Ja, natürlich, denn eines der wesentlichsten Konzepte der VLSI Entwurfsprozesse ist die Wiederverwendung von Baugruppen. Bei Intel kennen wir ja den „Tick-Tock“-Prozess. Mit einem Tick kommt die Nutzung der Miniaturisierung der Herstellung, z.B. von 10 auf 7 nm. Das bedeutet für einen Prozessor mehr Cores als vorher, aber die Cores sind die gleichen. Erst mit dem nächsten Tock kommt eine neue Architektur. Bei Speichern werden die gleichen Elemente immer kleiner und bei Wireless besteht ein 802.11ac-Transceiver

aus 8 bis 16 miniaturisierten und modifizierten 11a-Transceivern.

Es wäre also massiv verwunderlich, wenn der Spectrum® Switch-IC von Grund auf neu konstruiert wäre. Vielmehr ist stark anzunehmen, dass man 2 oder 4 SwitchX der letzten Generation zusammengebracht und optimiert hat.

Der Hersteller sagt dazu natürlich nichts, aber genau diese Rekursion wäre die Gewährleistung dafür, dass die in Aussicht gestellten Leistungsdaten in der gewünschten Form realisiert werden und der Spectrum IC auch bei 9,52 Milliarden Paketen pro Sekunde, die bei Voll-Last an allen 32 100G-Ports mit minimal langen Ethernet Paketen auf ihn zukommen, nicht einknickt.

Allerdings spendiert Mellanox den Switch-ICs generell üppig Prozessoren für die verschiedenen Aufgabenbereiche und sicherlich auch von Beginn an viel Speicher. (siehe Abbildung 2)

Es gibt noch eine andere erwähnenswerte Entwicklung. Mit den Switch-X-Familien hatten wir je nach Last und Profil eine Latenz von 170 - 220 nsec, wenn sie als Ethernet-Switches benutzt wurden. Die „Emulation“ von Ethernet kostet wegen der vielen zusätzlich zu beachtenden Funktionsmöglichkeiten leider

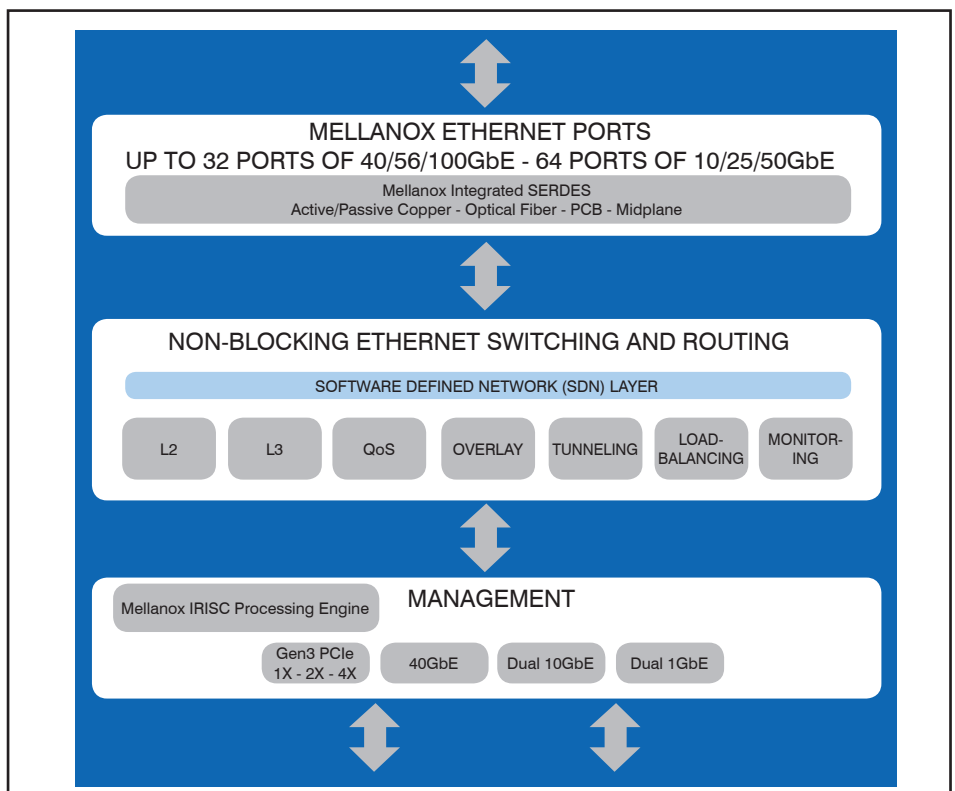


Abbildung 2: Mellanox Spectrum® Architektur

Quelle: Mellanox

100 GbE startet durch: Mellanox Spectrum® und Kampfpreise

eine gewisse Zeit. Die IB-Kunden waren damit unzufrieden, dass die Latenz nicht weiter nach unten ging. Nun, Mellanox hat im letzten Herbst die Switch-IB®-Switch-ICs vorgestellt, reinrassig für Infiniband. Sie haben eine aggregierte Gesamtleistung von **7,2 Tbit/s** für maximal 32 100 Gbps DER Infiniband-Ports bei einer Latenz von sagenhaften **130 nsec (!!!)** Port-zu-Port. Und auch sonst gibt es viele Ähnlichkeiten zwischen Spectrum- und Switch-IB-ASICs. Es ist nicht verwegen zu behaupten, dass dem Spectrum-IC das Design des Switch-IB zugrunde liegt, eine Top-Abstammung!

**Weitere Funktionen**

Der Spectrum®-IC unterstützt Overlay und Tunneling mit VXLAN, NVGRE, Geneve und MPLS.

Spectrum hat eine Reihe eingebetteter Prozessoren für die Implementierung der unterschiedlichen Funktionen wie L2, L3, QoS, Overlay, Tunneling, Load Balancing und Monitoring. Sie sind auch die Basis für eine „erweiterte“ SDN-Unterstützung. Sie umfassen nach Angaben des Herstellers Möglichkeiten für Remote Management, Konfiguration und Überwachung von Data Center Fabrics, die die Anforderungen der OpenFlow Switch Spezifikation 1.4 übertreffen sollen. Die Bereiche kombinieren Funktionen wie L2 und L3 Forwarding Tabellen, Overlay Netzwerk-Einheiten und Tunnel-Protokolle mit Statistik- und Monitoring-Tabellen vermöge einer für SDN optimierten Kontroll-Ebene und entsprechender Software-Schnittstellen. Die Paket Processing Pipeline des Spectrum ICs erlaubt nach Angaben des Herstellers eine sehr hohe Flexibilität bei der Verwaltung, Überwachung und Verteilung von Daten-Flows auf allen Schichten einschließlich Tunnelung und virtualisierter Flows. (siehe Abbildung 3)

Die Spectrum Switches werden in einem 28 nm-Prozess von TSMC hergestellt, dem gleichen Prozess, der auch für die Switch-IB-Chips verwendet wurde.

**SN 2700**

Unter diesem schmucklosen Namen ist ein 32 Port 100 GbE Spine Switch von Mellanox erhältlich, der den Spectrum® Switch-IC mit allen beschriebenen Eigenschaften enthält und zwar komplett in einem 1U-Formfaktor! Die typische Leistungsaufnahme des Spectrum®-ICs ist 135 W, der ganze Switch braucht im Mittel 100 W mehr, wenn man ihn schlimm ärgert maximal 395 Watt. Die durchschnittliche Leistungsaufnahme ist

mit max. 7,5 W/Port aktueller Weltrekord für einen 100G Switch mit Routing Funktionen. Die Latenz liegt bei sensationellen 300 nsec für 100 GbE Port-zu-Port auch bei eingeschalteten L3-Funktionen. Natürlich unterstützt der Switch die übliche lange Liste von Funktionen, die man eben als Switch heute braucht, wie VLANs, RSTP, MSTP, Link Aggregation mit bis zu 32 Ports (ein **3,2 TbE-Link!**), MLAG, LLDP, IGMP, 802.1X, IPv4, IPv6, BGP, OSPF, DHCP, PIM, DHCP, VRRP sowie noch viele andere.

Der SN 7200 hat einen empfohlenen Verkaufspreis von 49.000 US\$, das wären 1531 US\$ pro Port. Das ist deutlich weniger als das „aggressive Pricing“, was Dell für seine Force10-Switches auf Basis von Broadcom Tomahawk versprochen hat.

Es gibt noch eine Reihe weiterer Switch-Modelle, die zu dem SN 7200 harmonisieren. Siehe dazu Abbildung 4 und bei näherem Interesse die Website des Herstellers.

**ConnectX-4Lx**

Es ist schon Tradition bei Mellanox, zu einem Switch-IC präzise harmonisierende Adapterkarten vorzustellen. In diesem Fall sind das die ConnectX-4Lx-Karten. Wir haben die grundsätzlichen Eigenschaften solcher Karten bereits in der Serie „**Chip, Chip, Hurra**“ auf dem Wissensportal besprochen, so dass hier die Abbildung 5 genügen sollte.

**Der Preiskampf**

Nach diesen vielen technischen Erläuterungen kommen wir auf das Thema, auf

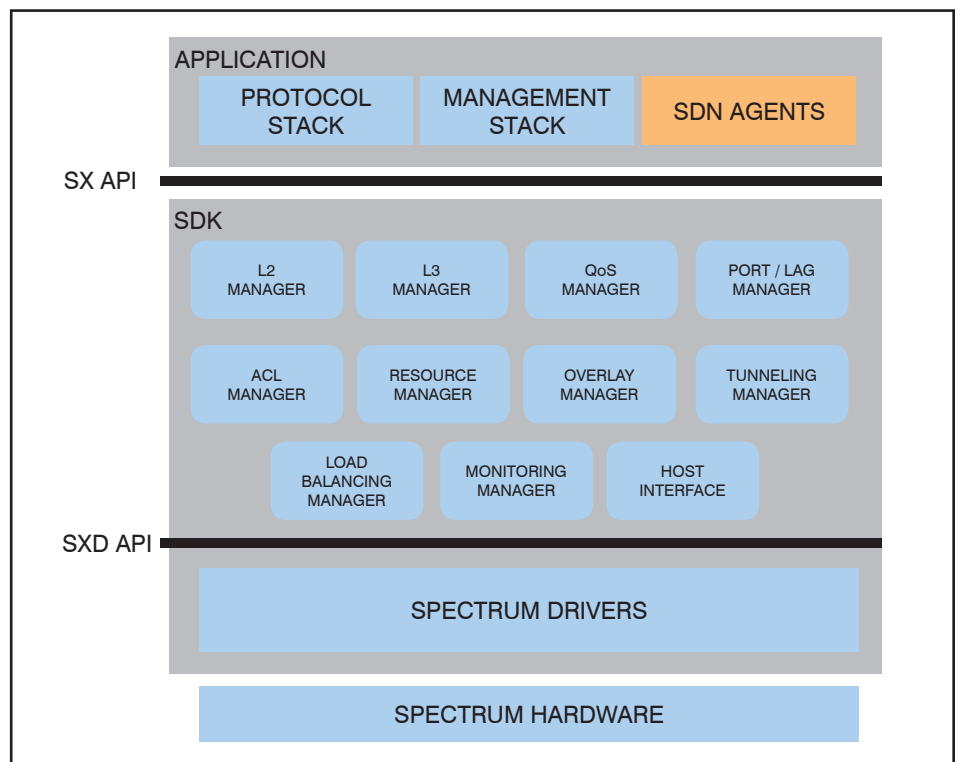


Abbildung 3: Spectrum® SDN Schnittstellen-Struktur

Quelle: Mellanox

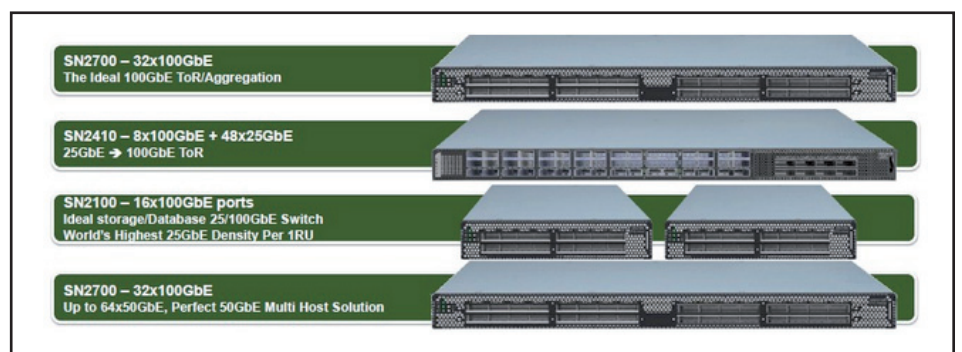



Abbildung 4: Die SN 2X00-Familie

Quelle: Mellanox

100 GbE startet durch: Mellanox Spectrum® und Kampfpreise



	ConnectX-4 Lx PCIe Adapter			ConnectX-4 Lx OCP Adapter		
Ports	Single and Dual Port	Single Port	Single Port	Single and Dual Port	Single Port	Single Port
Connector/Port Speed	SFP28 1025GbE	QSFP28 40GbE	QSFP28 50GbE	SFP28 25GbE	QSFP 40GbE	QSFP 50GbE
PCIe 3.0 Speed	PCIe Gen3 x8					
Features	Stateless Offload, RoCE, SR-IOV, Overlay Networks, Dynamically Connected Transport					
OS Support	RHEL, CentOS, SLES, OEL, Windows, ESX/vSphere, Ubuntu, Citrix, Fedora, FreeBSD					

Abbildung 5: ConneX-4Lx Adapterfamilie

Quelle: Mellanox

das alle gewartet haben: den Preiskampf!

In der Einleitung hatte ich in Aussicht gestellt, dass das alte Ethernet-Versprechen „10-fache Leistung zum 3-fachen Preis“, das uns von 10 MbE zu Fast Ethernet, von Fast Ethernet zu Gigabit Ethernet und von Gigabit Ethernet zu 10 GbE mittelfristig IMMER begleitet hat, durch neue Ankündigungen erfüllt werden könnte. Wie steht es nun damit?

Ich möchte an dieser Stelle keine Diskussion darüber lostreten, was ein 10 GbE-Port allgemein kostet. Ich weiß auch, dass es Fix-Port 10 GbE-Switches mit 16 oder 24 Anschlüssen für unter 1000 US\$ gibt. Stellt man aber Anforderungen, wie sie sich im RZ ergeben, sieht die Sache schnell anders aus. Mit allen Funktionen einschließlich DCB, Tunnel-Support, Multipath-Support, SDN-Schnittstellen, ordentlichem Management und Sicherheitsfunktionen kommt man schnell in einen Bereich oberhalb von 300 € pro vernünftigem Port, es gibt aber im modularen Bereich auch durchaus noch 10 GbE-Ports im vierstelligen Bereich.

Eröffnet hat den Preiskampf Dell. Für die Force10S-Serie, die ab Ende 2015 ausgeliefert werden soll, wurde ein Portpreis „unter 2000 US\$“ für einen 100 GbE-Port angegeben. Die Force 10S-Switches werden mit Tomahawk-Switch-ICs ausgestattet. 1998 US\$ pro Port: wer bietet weniger?

Mit 49.000 US\$ bleibt Mellanox mit dem SN 2700 deutlich unter dieser Marke. Lange Gesichter bei Dell, denn 1531 US\$ sind richtig deutlich weniger.

Aber, offensichtlich möchte sich der Marktführer das Geschäft nicht verderben lassen. Wir werden das in späteren Artikeln noch ausführlicher diskutieren, aber auch bei Cisco gibt es für Kunden durchaus unterschiedliche Wege zu SDN. Die

ACI-Variante von SDN legt viele Teile der Funktionalität, die es erlaubt, Policies für Anwendungen zu definieren, egal, wo diese sich im Netz befinden, in spezialisierte ASICs mit dem Code-Namen „Northstar“ für Leaf-Switches und „Alpine“ für Spine Switches. Diese Chips wurden von Cisco speziell entwickelt, werden aber in den Switch-Produkten mit den Trident II-Chips von Broadcom kombiniert. Das unterstützt meine alte These, dass jedweder Versuch, performantes SDN ohne Hardware-Unterstützung zu machen, vollends vergeblich ist. In Tests sieht man dann, dass die Kombination aus Trident II und den spezialisierten ASICs prima funktioniert. Übrigens hat der Trident II aktuell einen Marktanteil von 65 % im RZ, das ist ziemlich genau der Anteil, den Cisco hier mit seinen Geräten hat. Man kann also sagen, dass der Trident II aktuell so eine Art x86 der Switch-Chips ist.

Der Nexus 9000 kann als „normaler“ Switch betrieben werden, wobei die zusätzlichen ASICs praktisch nicht genutzt werden. Mitte 2015 hat Cisco 2655 Kunden, die den N9K einsetzen. Aber nur 585 von ihnen haben die Aufrüstung mit ACI vorgenommen. Es gibt direkt eine Reihe von Studien, die zeigen, dass Cisco’s ACI im Vergleich zu Strukturen mit VMware NSX zu deutlich günstigeren Lösungen führt, alleine schon wegen der unerschämten Mietpreise von VMware für die benötigten VMs. Das ist aber leider hier nicht das Thema.

Cisco hat erkannt, dass bestimmte Betreiber, wie die HyperScale-RZs, einen direkteren Zugriff auf die Switch-Steuerung benötigen, damit sie ihre eigenen (SDN)-Werkzeuge dafür einsetzen können. Letztlich gab es im Sommer eine Reihe von Ankündigungen dahin gehend, dass der API-Zugriff auf das NX-OS erheblich erweitert wird. Cisco positioniert das recht geschickt als Alternative zu wirklichen Open

Source Netzwerk-Betriebssystemen, wie sie vielfach in der Diskussion sind.

Solche Ankündigungen nützen nichts ohne entsprechende Hardware. Darum hat Cisco im Sommer zwei neue Switches auf der Grundlage von Tomahawk Switch-ICs vorgestellt, die noch in diesem Jahr geliefert werden sollen. Der Nexus 3232C ist ein 1U Rack Switch mit (völlig überraschend) 32 100 GbE-Ports und QSFP28 Cabling Support. Natürlich werden auch die Datenraten 10, 25, 40 und 50 GbE unterstützt. Der Nexus 3264Q hat 64 40 GbE-Ports und unterstützt auch 10 GbE. Beide Switches können sowohl als Leaf als auch als Spine eingesetzt werden. Wie die Software dazu, die Kombination zu anderen Switch-Familien und weitere Eigenschaften aussehen, müssen wir abwarten.

Spannend ist der Preis: beide Switches beginnen bei einem Listenpreis von 35.000 US\$, bei 32 100G-Ports sind das **1093,75 US\$ pro 100G-Port** oder bei aktuellem Kurs **weniger als 1000 Euro für einen 100 GbE-Port in einem Qualitäts-Produkt!**

Hätte ich Einfluss bei Cisco, würde ich den Nexus 3232 noch mit ein paar Päckchen „Northstar“ und „Alpine“ Chips versehen. Dann lernt ACI fliegen!

**Konsequenzen für private RZ-Infrastrukturen**

Ich bin mir natürlich darüber bewusst, dass für viele RZs schon ein gewöhnlicher N9K mit 40 GbE ein Overkill wäre. Und deshalb muss nicht jeder sofort in den Laden stürzen und 100G-Switches kaufen. Die Erfüllung des „Ethernet-Versprechens“ ist aber extrem wesentlich, weil sich alle darauf verlassen können, die Vernetzungs-Infrastruktur wenn es nötig wird von 40 auf 100 GbE genau so einfach erweitern können wie von 10 auf 40 GbE. 40 GbE selbst ist dadurch aber faktisch gestorben, es gibt keinen Grund für größere zukünftige Investitionen in diese Geschwindigkeits-Stufe, wie ich schon in einem viele Jahre alten Video angekündigt hatte.

Nur die Stufen 25 und 50 GbE führen auf einem wirklich harmonischen Weg zu 100 GbE! Hier sagt die Abbildung 6 mehr als viele Worte.

Und beruhigend ist es auch, dass auch hinsichtlich der Software-Konstruktion unterschiedliche Wege mit der gleichen Hardware-Stufe unterstützt werden können. Wir haben schon über die Motive von Cisco gesprochen und wie das Unternehmen seine eigenen Vorstellungen (mit er-

100 GbE startet durch: Mellanox Spectrum® und Kampfpreise

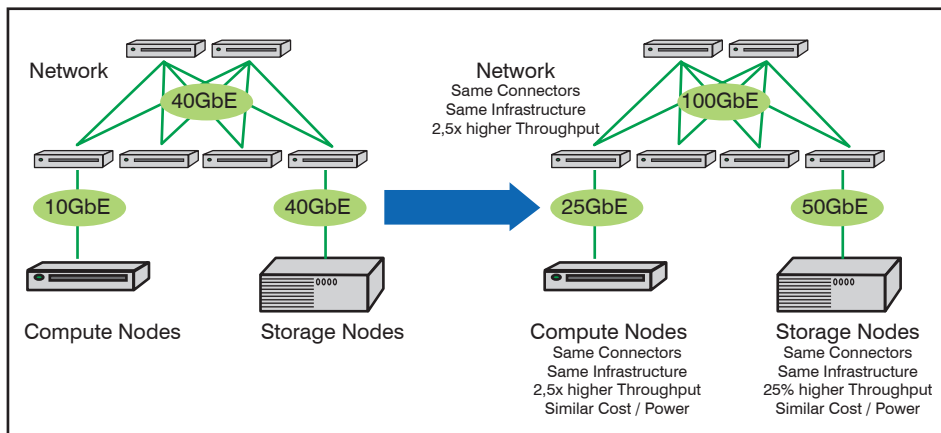


Abbildung 6: Leistungssteigerung unter Beibehaltung der Infrastruktur

heblichem Erfolg im Markt) durchsetzt. Heutige Betreiber können beruhigt in die Zukunft blicken und grundsätzlich bei den Systemen bleiben, für die sie sich entschieden haben.

Dann gibt es noch die andere Welt mit dem Wunsch nach offenen Schnittstellen, Referenzarchitekturen, Betriebssystemen usw. Das sind keine Kellerkinder, in Summe stellen diese Interessenten etwa 1/3 des Marktes dar, was durchaus mit höherer Cloud-Verdichtung noch ansteigen könnte. Verschiedene Entwicklungen sind hier gut dokumentiert, wie z.B. Yosemite von Facebook. Hier werden beginnend von der Hardware offene Pläne entwickelt, die zu völlig austauschbaren Komponenten im Rahmen einer hochredundanten

Multipath-Architektur führen. Dazu gesellen sich offene Netzwerk-Betriebssysteme wie z.B. das des Herstellers Cumulus. Dieses System kann man als eine Art Linux für vernetzte und verteilte Systeme sehen, sicherlich in der Zukunft eine ganz wesentliche Entwicklung. Mellanox ist der einzige etablierte Hersteller, der in diesem Zusammenhang mit Komponenten bei der Vernetzung auch in die Definitionen Einzug halten konnte. Eine kompakte Einführung bietet z.B. [5].

Mit den Tomahawk- und Spectrum®-Switch-ICs stehen für alle Bedarfslagen geeignete Instrumente für den Weg zu 100 GbE zur Verfügung. Und das als Preisknüller!

Literatur

- [1] Kauffels, F.-J.: Neue Ethernet Datenraten, Premium White Paper, zu laden via [www.comconsult-research.de](http://www.comconsult-research.de)
- [2] Kauffels, F.-J.: Neue Ethernet Datenraten: Vorteile für das RZ, Premium White Paper, zu laden via [www.comconsult-research.de](http://www.comconsult-research.de)
- [3] Kauffels, F.-J.: Integration Optischer Komponenten, Video auf [www.comconsult-study.tv](http://www.comconsult-study.tv)
- [4] Tolly: Test Report 215111, Feb. 2015, „Mellanox SwitchX-2 (SX 1036) vs. Broadcom Strata XGS Trident II (Arista DCS-7050 QX) Performance Evaluation Qualifying Ethernet Data Center Networks with RFC 2544 at 40 Gbps“. Zu laden entweder bei [www.tolly.com](http://www.tolly.com) oder wenn man sich dort nicht anmelden möchte via [http://www.mellanox.com/related-docs/products/Tolly-215111-Mellanox-SwitchX-2\\_Performance.pdf](http://www.mellanox.com/related-docs/products/Tolly-215111-Mellanox-SwitchX-2_Performance.pdf)
- [5] Baldonado, O: Introducing „6-pack“ the first open Hardware modular switch <https://code.facebook.com/posts/717010588413497/introducing-6-pack-the-first-open-hardware-modular-switch/>

## Kongress

### ComConsult Technologie-Tage 2015 - 09.11.-10.11.15 in Düsseldorf

Auf den ComConsult-Technologie-Tagen 2015 analysieren wir für Sie unter anderem und diskutieren in offener Form

- Welche Variationen von Server-Architekturen gibt es im Moment und wie sind die Abhängigkeiten zwischen Server, Speicher und Netzwerk?
- Welchen Einfluss wird die Cloud auf die Zukunft unserer Applikationen und Architekturen haben? Wie können Cloud-Anwendungen geeignet individualisiert und in die bestehende IT integriert werden? Welche Anforderungen an Infrastrukturen entstehen dabei?
- IT in vermaschten Technologie-Bausteinen: kann das wirklich noch sicher sein? Wie sehen Sicherheits-Architekturen für die IT der Zukunft aus?
- Outsourcing versus Outtasking: wie können Abhängigkeiten vermieden, Flexibilität gesteigert und gleichzeitig Kosten gesenkt werden?
- Mobile Endgeräte und ihr Einfluss auf die Zukunft der IT: mit welchen Szenarien müssen wir in einigen Jahren rechnen und welche Maßnahmen müssen wir heute ergreifen, um ein solides Fundament zu haben?
- Von der Kommunikation zur Kollaboration: Mehrwert-Kommunikation in internen und externen Teams, wie verändern sich die Anforderungen über Telefonie und Videokonferenzen hinaus?
- Ausgewählte technologische Bausteine für die IT der nächsten Jahren, die jeder kennen sollte: IPv6, neue Hardware-Komponenten, Netzwerke

Moderation: Dr. Jürgen Suppan - Preis: € 1.990,- netto

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

Standpunkt

# Sicherheit oder Verfügbarkeit?

Der Standpunkt von Dr. Joachim Wetzlargreift 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.

Oder Verfügbarkeit? Ist das nicht ein Widerspruch? Eigentlich umfasst doch der Begriff der Sicherheit neben Vertraulichkeit und Integrität immer auch die Verfügbarkeit. Die Sicherheit beeinträchtigt eher der Komfort aus Anwendersicht. Dass sie auch die Verfügbarkeit beeinträchtigen kann, zeigen einige Beispiele, die unsere Kunden in der Vergangenheit erlebt haben.

Anwender bemängelten immer wieder Performance-Probleme beim Zugriff auf Terminal Services. Die üblichen Kontrollen ergaben – wie üblich – nichts Außergewöhnliches. Die Terminal Server hatten nur geringe Auslastung, im LAN und WAN daselbe.

Die Protokollanalyse schließlich offenbarte bei allen untersuchten Terminal Server Sessions zahlreiche TCP Retransmissions. Aha, also Paketverluste, aber woher? In der Tat zeigte sich bei genauer Betrachtung, dass gar keine Pakete verloren gingen. Stattdessen waren Pakete vertauscht. Das Verfahren der TCP Fast Retransmissions soll in diesem Fall eigentlich Paketwiederholungen vermeiden. Die Pakete waren jedoch so stark verzögert, dass dieser Mechanismus nicht mehr wirken konnte.

Nach Messungen an verschiedenen Punkten des Netzes konnten wir ein Intrusion Prevention System (IPS) als Ursache identifizieren. Diese Geräte untersuchen den gesamten Datenverkehr auf auffällige Muster – ähnlich einem Virenschanner. Sobald ein solches Muster erkannt wird, unterbrechen sie die entsprechende Verbindung – ähnlich einer Firewall. Damit IPS solche Muster erkennen können, müssen sie die Inhalte der Kommunikation aus den einzelnen Paketen zusammensetzen, und das für tausende Sessions gleichzeitig. Performance ist also eine wichtige Anforderung an IPS. Und dabei treten zuweilen ungewöhnliche Effekte auf, wie z.B. die erlebten Paketvertauschungen.

IPS produzieren also Sicherheit. Leider jedoch ist die Mustererkennung komplex. Es besteht die Gefahr, dass bestimmte Muster nicht erkannt werden („False Negatives“); das geht zu Lasten der Sicherheit. Andererseits besteht die Gefahr, dass Muster



erkannt werden, obwohl überhaupt keine Gefahr vorhanden ist („False Positives“); und das geht zu Lasten der Verfügbarkeit! Ein solches False Positive hat bei einem unserer Kunden eine ganze Anwendung lahmgelegt. Nach dem Einspielen eines neuen Muster-Datensatzes („Pattern“), wurden typische Daten der Anwendung als Gefahr klassifiziert und die entsprechenden Verbindungen unterbrochen.

Was lernen wir aus den geschilderten Fällen?

Erstens: Vor dem Einspielen jeglicher Software – und dazu zählen auch IPS Patterns – sind Tests unumgänglich. Es ist also eine

Testumgebung einzurichten, in der sich die wichtigsten Anwendungen im Zusammenhang mit dem IPS testen lassen. Und die Tests müssen zeitnah erfolgen, da jedes neue Pattern vor einer gerade aktuellen Bedrohung schützen soll. Das Thema Tests ist uns so wichtig, dass mein Kollege Dr. Hoff ihm einen eigenen „Standpunkt“ im vergangenen Netzwerk Insider gewidmet hat.

Zweitens: IPS sind möglichst gut an ihre Umgebung anzupassen. Sie sollen möglichst nur nach Mustern suchen, die in der zu schützenden Umgebung einen Schaden anrichten können. Ein Beispiel: Wenn Sie an Ihrer Internet-Firewall die ganze Palette der Microsoft File-Server-Protokolle (SMB) sperren, braucht auch das IPS diese nicht zu untersuchen. Die entsprechenden Routinen zur Mustererkennung schalten Sie ab. Dadurch wird einerseits die Wahrscheinlichkeit von False Positives verringert. Andererseits wird das IPS weniger beansprucht und die Performance steigt.

Und nicht zuletzt ist eine Risikobetrachtung durchzuführen: Vor welchen Risiken kann das IPS schützen, welche Auswirkungen hätten sie und wie wahrscheinlich sind sie? Wie schwer wiegt demgegenüber eine vom IPS verursachte Störung? Was ist Ihnen wichtiger: Sicherheit oder Verfügbarkeit?

## Seminar

### Netzzugangskontrolle: Technik, Planung und Betrieb 26.10.-28.10.15 in Bonn

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.

Dieses Seminar richtet sich an Administratoren und Projektleiter aus den Bereichen LAN und Informationssicherheit. Grundkenntnisse in Netzwerken und TCP/IP sind erforderlich.

Referenten: Dipl.-Inform. Daniel Prinzen, Sebastian Wefers

Preis: € 1.890,- netto



Buchen Sie über unsere Web-Seite

[www.comconsult-akademe.de](http://www.comconsult-akademe.de)

Aktuelle Sonderveranstaltung

# SDN-Sonderveranstaltung mit SDN-Demo-Center

## Projekt-Evaluierung und Nutzungs-Analysen

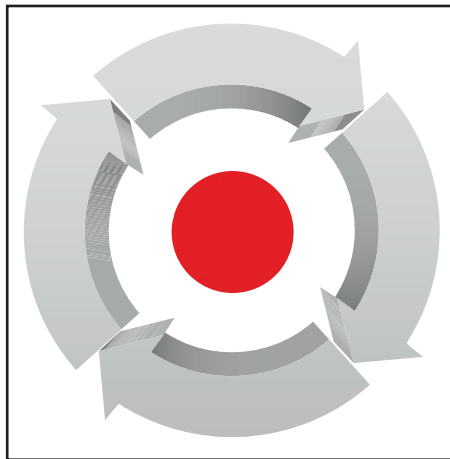
### 2.12. - 3.12.15 in Bonn

Die ComConsult Akademie veranstaltet vom 2.12. bis 3.12.15 die "SDN-Sonderveranstaltung mit SDN-Demo-Center" in Bonn.

Diese Sonderveranstaltung wendet sich an die Unternehmen und Behörden, die die Vorteile von SDN jetzt nutzen wollen. In Kombination mit einem Demo-Center, das laufende SDN-Lösungen zeigt und gleichzeitig hilft einen ersten eigenen Test vorzubereiten, analysieren Experten-Vorträge die Lage von SDN mit allen Vor- und Nachteilen. Gleichzeitig stellen sich die führenden Hersteller den Analysen und Fragen von ComConsult Research.

Die Sonderveranstaltung analysiert

- was heute mit SDN geht
- wie ein Pilot schnell und wirtschaftlich aufgesetzt werden kann
- wie zukünftige Lösungen aussehen werden
- welche Fragen noch offen sind
- welche Risiken mit dem Einsatz von SDN verbunden sind



SDN ist mittlerweile eine unumstrittene Zukunfts-Technologie. Sie ein unverzichtbares Element aller Provider-Netzwerke und auch in Unternehmen ist es aus bestimmten Szenarien nicht mehr wegzudenken. Jede Form von dynamischer Selektion,

Verkehrsoptimierung, Verkehrsumleitung in Verbindung mit Sicherheits-Lösungen wird in Zukunft auf SDN basieren. Nach wie vor liefert SDN aber eine zwiespältige Botschaft aus verfügbaren Lösungen auf der einen und offenen Fragen auf der anderen Seite.

Im SDN-Demo-Center zeigen führende Hersteller heute verfügbare SDN-Lösungen und diskutieren mit den Teilnehmern wie eine erste sinnvolle und wirtschaftliche Nutzung aussehen kann. Die Plätze in dieser Sonderveranstaltung sind limitiert, um einen möglichst hohen Grad an Interaktion und Diskussion zu ermöglichen. Dies ist die Top-Veranstaltung für jeden, der die Vorteile von SDN jetzt evaluieren und nutzen will.

Die Leitung der Veranstaltung liegt bei Dr. Jürgen Suppan, der mit seiner Keynote auch in die aktuellen Analysen von ComConsult Research zu diesem Thema einführt.

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

## Anmeldung

# SDN-Sonderveranstaltung mit SDN-Demo-Center

Ich buche das Seminar  
**SDN-Sonderveranstaltung mit SDN-Demo-Center**

2.12.-3.12.15 in Bonn  
zum Preis von € 1.690,- netto

Bitte buchen Sie mir ein Hotelzimmer

Vorname


Nachname

Firma

Telefon/Fax

Straße

PLZ, Ort

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

eMail

Unterschrift

## Zweitthema

## Audio und Video CODECs für das WAN - Teil 2

### Fehlerkorrektur und Fehlertoleranz für Audio- und Video-CODECs

Fortsetzung von Seite 1



Simon Lindenlauf absolviert einen Master-Studiengang Elektrotechnik mit dem Schwerpunkt Nachrichtentechnik an der Fachhochschule Aachen. Parallel arbeitet er als Junior Consultant bei der ComConsult Beratung und Planung GmbH im Bereich Kommunikationslösungen. Sein Arbeitsgebiet umfasst die Planung und Umsetzung von UC-Lösungen, insbesondere VoIP und Video, E-Mail und Unified Messaging, Präsenzmanagement, Mobile Endgeräte und Applikationen.



Dipl.-Ing. Dominik Zöller ist seit 2006 Berater bei der ComConsult Beratung und Planung GmbH und fungiert hier als Leiter des **Competence-Center „Kommunikationslösungen“**. Gemeinsam mit seinem Team berät er eine Vielzahl von Kunden in Privatwirtschaft und öffentlichem Sektor. Die thematische Spannweite umfasst insbesondere die Themenfelder Unified Communications, Sprachkommunikation, Kollaborationswerkzeuge, integrierte Geschäftsprozesse und sichere Kommunikationslösungen. Herr Zöller ist regelmäßig als Referent für die ComConsult Akademie tätig und als Autor und Co-Autor an einer Vielzahl von Veröffentlichungen beteiligt. Unter anderem ist er Co-Autor der „Technischen Leitlinie für organisationsinterne Telekommunikationssysteme mit erhöhtem Schutzbedarf“ (TLSTK II) des BSI.

#### Fehlerkorrektur und Fehlertoleranz

Wie jede Datenübertragung unterliegt auch die Übertragung von Audio- und Videoströmen über ein Weitverkehrsnetz Übertragungsfehlern. Diese haben unterschiedlichste Ursachen, von Software- über Hardwarefehler (gerne verantwortlich für Burst-artige Fehlermuster) bis hin zum Paketverlust durch Überlast respektive zu kleiner Dimensionierung der Netzkomponenten und Übertragungswege. Entsprechend zeigen sich auch verschiedene Fehlermuster, wie wir bereits im ersten Teil dieses Artikels darlegten. Es ist daher wichtig, dass für die Fehlercharakteristik des jeweiligen Netzes angemessene Mechanismen zur Fehlerkorrektur bereitstehen bzw. der CODEC eine entsprechende Fehlertoleranz aufweist. Während die Fehlerkorrektur auf die Wiederherstellung des ursprünglichen Datenstroms abzielt, meint Fehlertoleranz, dass ein CODEC den Verlust einiger Daten verkraften kann, ohne dass dies nennenswerte Einflüsse auf die Qualität des übertragenen Signals hat. Oft werden diese Begriffe synonym verwen-

det, denn die Grenzen zwischen Fehlerkorrektur und -toleranz sind fließend. So kann z.B. teilredundant übertragene Information zur Behebung der wesentlichen Fehler eines gestörten Signals herangezogen werden, und der verbleibende Signalfehler durch den CODEC näherungsweise ausgeglichen werden. So ergibt sich ein Signal mit kaum hörbarem Qualitätsverlust, das jedoch mit sehr geringer Redundanzinformation auskommt. In der Eignungswertung für das WAN, deren Systematik wir im ersten Artikel skizziert haben, werden daher Fehlerkorrektur und Fehlertoleranz in einer Wertungskategorie zusammengefasst. Im Folgenden möchten wir zwei ausgewählte Mechanismen für Fehlerkorrektur und Fehlertoleranz vorstellen.

#### Forward Error Correction

Forward Error Correction (FEC, engl. „Vorwärtsfehlerkorrektur“) bezeichnet eine Klasse von Mechanismen, welche die Behebung von Übertragungsfehlern durch die präventive Übermittlung von Re-

dundanzinformationen ermöglicht. Mit Redundanzinformation ist damit solche Information gemeint, die zunächst den Informationsgehalt der übermittelten Nachricht nicht erhöht (also „redundant“ ist), jedoch so strukturiert wurde, dass anhand ihrer die fehlerfreie Nachricht (in gewissen Grenzen) rekonstruiert werden kann. Im Draft zur Spezifikation von FEC für WebRTC werden drei Arten von FEC (siehe [IETF-1], Abschnitt 3) unterschieden, die sich insbesondere anhand der Nutzung der Redundanzinformationen unterscheiden:

- Separater FEC-Stream (separate stream); siehe auch [IETF-2], Abschnitt 4.3
- Redundante Codierung (redundant encoding); siehe auch [IETF-3]
- CODEC-spezifische, kanalinterne FEC (codec-specific in-band FEC)

Die zunächst wohl ineffizienteste und „dümmste“ Vorgehensweise ist der separate FEC-Stream. Hierbei wird jedes Paket eines Datenstromes dupliziert und in einem separaten Paket vom Absender zum

## Audio und Video CODECs für das WAN - Teil 2

Empfänger geschickt. Geht nun ein beliebiges Paket im einen Strom verloren, so kann es nahtlos durch das zweite ersetzt werden. Die Vorteile sind die sehr einfache Implementierung und eine gewisse Flexibilität, da die beiden Ströme vollkommen unabhängig voneinander – ggf. sogar auf vollständig disjunkten Übertragungswegen – übertragen werden können. Die Nachteile liegen jedoch auf der Hand: die Datenrate verdoppelt sich unabhängig vom Anwendungsfall, was ggf. eine Fehlersituation noch verschärfen kann, und die übermittelten Ströme müssen nahezu zeitsynchron übermittelt werden. Andernfalls muss eventuell auf das Eintreffen des intakten Paketes gewartet werden, was bei stark unterschiedlichen Laufzeiten zu einer hohen Latenz führen kann. Allerdings ist diese Form der FEC zum Ausgleich nahezu aller Fehlerarten (Einzelbitfehler, Burstfehler, Paketverlust) geeignet – vorausgesetzt, dass der redundante Datenstrom nicht von denselben Fehlern betroffen ist. Und dies ist leider häufig nicht der Fall, da die Datenströme in den seltensten Fällen vollständig disjunkt geführt werden können und sich z.B. Softwarefehler auf gemeinsam genutzten oder identischen Netzkomponenten auf beide Datenströme identisch auswirken.

Daher ist diese Form der FEC zwar eine „Low hanging fruit“, jedoch in Hinblick auf die Netzressourcen kostspielig. Dass es dennoch seine Daseinsberechtigung hat, wird im Folgenden erläutert.

Doch zunächst zum „redundant encoding“. Die redundante Codierung bezeichnet das Verteilen von Redundanzinformationen auf unterschiedliche Pakete im Datenstrom. Hierdurch kann man vermeiden, dass durch einen irreparablen Burstfehler in einem Paket oder einen vollständigen Paketverlust das decodierte Signal störend beeinflusst wird. Zum besseren Verständnis dieses Mechanismus muss man sich vergegenwärtigen, wie Informationen bei Audio- und Videoströmen auf Pakete verteilt werden.

Bei Audiosignalen ist dies, aufgrund der niedrigen Datenmengen, recht einfach zu veranschaulichen. Das Audiosignal wird im einfachsten Fall in „Zeitscheiben“ (Frames) aufgeteilt, die einzeln encodiert werden. Im Falle von G.711 werden regulär Frames von 20 ms Dauer erstellt. Diese werden in einem 8-bit-Schema encodiert, was zu einer Framegröße von 160 Byte führt. Wie man sieht ist dies deutlich kleiner als die üblicherweise maximal

zur Verfügung stehende RTP-Payload von 1456 Byte. Man kann also mehrere Audio-Frames spielend in einem RTP-Paket transportieren, und für einige Audioanwendungen wird dies auch getan. Allerdings beeinflusst dies natürlich die Latenz, denn wenn z.B. 5 Frames à 20 ms in einem Paket zusammengefasst werden, muss vor Versand natürlich mindestens 100 ms auf die Erzeugung aller Frames gewartet werden. Zudem würde auch der Verlust eines einzelnen Paketes eine viel höhere Auswirkung auf die Signalqualität haben – es fehlen 100 ms des Signals anstelle von 20 ms. Daher wird für Echtzeitaudio der höhere relative Overhead durch IP, UDP und RTP in Kauf genommen und Frame für Frame in einzelnen RTP-Paketen transportiert. Im RTP-Paket ist also noch eine Menge Platz, der für „redundant encoding“ genutzt werden kann. Eine Vorgehensweise wäre nun, dass man in einem Frame zusätzlich eine Kopie des vorangegangenen (doppelte Datenrate) oder sogar der beiden vorangegangenen Frames (dreifache Datenrate) transportiert. Anstelle einer einfachen Aneinanderreihung der Kopien kann man die Redundanzinformation zusätzlich durch Verschränkung („Interleaving“) mit den anderen Daten des Pa-

## Kongress



### ComConsult UC-Forum 2015 23.11. - 25.11.15 in Königswinter

An dem Top Thema, der Neuausrichtung der Kommunikation zu „All-IP“, wird ab 2016 kein Unternehmen mehr vorbeikommen. Die Erarbeitung einer Migrations-Strategie hin zu All-IP in der öffentlichen Kommunikation wird ein MUSS für alle Enterprise ITK Teams, die wettbewerbsfähig bleiben wollen. Daher widmen wir uns diesem Thema auf dem UC-Forum 2015 in besonderem Maße.

Wir beleuchten die Frage wie zukünftig Enterprise VoIP Lösungen an das öffentliche Netz angekoppelt werden und welche Fragen dabei zu lösen sind.

Hierfür sehen wir folgende Themen-Schwerpunkte:

- Session Border Controller Technologie
  - Einsatz-Szenarien und Funktion
  - Design, Architektur
  - Produktübersichten
- Provider Lösungen von SOHO bis Enterprise
  - Globale All-IP Vernetzung für Unternehmen
  - Lösungsangebote zur Umstellung von PMX auf VoIP Trunks
- Praxisbeispiele zur Umsetzung von All-IP Kommunikation

Moderation: Dipl.-Inform. Petra Borowka-Gatzweiler, Markus Geller,  
Dr. Jürgen Suppan, Dipl.-Ing. Dominik Zöllner  
Preis: € 2.390,- netto

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

## Audio und Video CODECs für das WAN - Teil 2

ketes so verteilen, dass Fehler, die Bits an den immer gleichen Positionen jedes Paketes betreffen, effektiv ausgeglichen werden. All diese Mechanismen erhöhen natürlich wiederum die Latenz, da auf die intakte Kopie eines Frames gewartet und verschränkte Daten wieder korrekt zusammengesetzt werden müssen. Die Latenz fällt in der Regel mit rund 20 bis 40 ms moderat aus. Der Overhead durch das simple Kopieren von Frames ist allerdings hoch – und nicht signifikant niedriger, als im Fall des separaten RTP-Stroms. Ein probates Mittel zur Redundanzminimierung bei „redundant encoding“ ist es, keine vollständige Kopie des gesamten Frames, sondern eine Kopie der für eine Rekonstruktion des Signals wichtigsten Daten im folgenden Paket mitzuschicken. So kann man z.B. anstelle des vollen Breitbandsignals mit einem Spektrum von 20Hz – 20kHz nur den schmalbandigen, für Sprache relevanten ausschlaggebenden Signalanteil von 300 Hz – 3,4 kHz übermitteln. Fehlt die Breitbandinformation für einen kleinen Ausschnitt des Signals, so ist dies kaum hörbar. Der Overhead wird jedoch deutlich reduziert. Besonders einfach ist dies bei Multiraten-CODECs, bei denen der Schmalbandanteil einen Ausschnitt aus dem kodierten Breitbandsignal darstellt, das einfach kopiert werden kann. Bei anderen CODECs müssen dann zwei verschiedene Kodierungen erzeugt werden, die in verschiedene Pakete verschränkt übermittelt werden. Das benötigt zusätzliche Rechenressourcen, die aber in der Regel moderat ausfallen. Für Audio-CODECs aller Arten stellt FEC durch „redundant encoding“ somit ein probates Mittel zur Fehlerkorrektur dar, das mit moderatem Mehreinsatz von Ressourcen gute Ergebnisse erzeugen kann.

Betrachtet man nun die Übertragung eines Videodatenstroms, so wird schnell klar, dass hier andere Gesetzmäßigkeiten gelten. Nehmen wir an, dass ein Videostrom einfach in 30 Einzelbilder pro Sekunde aufgeteilt und einzeln kodiert worden sei und eine Datenrate von 1,2 Mbit/s vorliegt. Angenommen, jedes Bild werde vollständig unabhängig von den jeweils anderen Bildern mit konstanter Rate kodiert, so entfielen auf jedes Bild 40 Kbit. 5 KByte übersteigt aber die Nutzlast eines einzelnen RTP-Paketes, weshalb jedes Bild auf mehrere Pakete aufgeteilt werden muss. Diese Rechnung ist natürlich sehr simplizistisch - in der Realität kodieren CODECs zwar in der Tat Einzelbilder, jedoch sind diese voneinander abhängig und haben stark unterschiedliche Größen. Um Datenrate zu sparen werden nur wenige Bilder vollständig kodiert („intra-coded picture“ oder I-Frames), andere enthalten nur Differenzinformationen zwischen Vor-

gänger- und ggf. Nachfolger-Frames. Diese „predicted pictures“ (P-Frames) und „bi-predictive pictures“ (B-Frames) sind deutlich kleiner. Das Verfahren der Differenzinformation bzw. Prädiktion von Videobildern wird von der Makroebene des gesamten Bildes in modernen CODECs zudem noch auf kleinere Bildregionen („slices“) und auf sog. Makro-Blöcke heruntergebrochen. Dies ermöglicht eine noch effizientere Differenzbildung, in dem z.B. nur Differenzinformationen für das bewegte Objekt in einer Bildfolge kodiert werden, für den Bildhintergrund jedoch keine Differenzinformationen ermittelt werden. Dadurch ist die störungsfreie Übertragung einiger Frames wichtiger, als die anderer Frames.

Auf das Konzept der Makro-Blöcke bzw. dem moderneren Äquivalent der „Coding Tree Unit“, welche in H.265/HEVC zum Einsatz kommt, wird hier nicht näher eingegangen. Nähere Informationen hierzu können z.B. dem RFC6386 [IETF-4] oder der ITU Recommendation H.265 (04/2015) entnommen werden [ITU-1]. Wichtig ist es, an dieser Stelle zu verstehen, dass es keine Bilder konstanter Größe gibt, die übertragen werden, dass die übertragenen Bilder nicht in ein einzelnes RTP-Paket passen und dass einige Pakete aufgrund der in ihnen enthaltenen Informationen zur fehlerfreien Rekonstruktion des Videos wichtiger sind als andere.

Daher werden die Bildinformationen nach einem definierten Schema auf viele RTP-Pakete verteilt. Bei modernen CODECs, wie H.264/AVC, H.265/HEVC oder VP8/VP9, muss die Payload dabei noch nicht einmal in stringenter chronologischer Reihenfolge aufgebaut sein, sofern es der Anwendungsfall erlaubt (siehe hierzu z.B. [IETF-4] und [IETF-5]). So ergibt sich ein RTP-Strom mit einer relativ hohen „Packungsdichte“, also einer guten Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Nutzlast-Kapazität des RTP-Stroms. In einem solchen Szenario ist es meist unmöglich, zusätzliche Redundanzinformationen durch „redundant encoding“ in den Strom einzubetten, ohne zusätzliche RTP-Pakete zu erzeugen. In diesem Fall aber bietet das Verfahren keinen Effizienzgewinn gegenüber einem separaten FEC-Stream. Daher wird das Verfahren des separaten FEC-Streams dem „redundant encoding“ bei der Videoübertragung in aller Regel vorgezogen (siehe [IETF-1]). Um auch bei der Verwendung von FEC-Streams eine gute Effizienz zu erzielen, kann der separate FEC-Stream unter Kenntnis der CODEC-Eigenschaften ausgedünnt werden, so dass z.B. nur für I-Frames eine Redundanzinformation gesendet wird. Einen solchen Ansatz zur

Verbesserung der Übertragungsqualität von H.264 bei gleichzeitiger Ressourcenschonung in Verbindung mit Wireless QoS gemäß IEEE 802.11e beschreibt [KANG-1].

Die beiden bislang betrachteten Vorgehensweisen zur Vorwärtsfehlerkorrektur sind in ihrer Anwendung weitestgehend CODEC-unabhängig. Anders verhält sich dies mit der dritten Form der FEC. Die CODEC-spezifische, kanalinterne FEC ist ein interner Mechanismus des jeweiligen CODECs, der die Redundanz zur Fehlerkorrektur unter Ausnutzung seiner spezifischen CODEC-Eigenschaften erzeugt. Zur Verbesserung der Effizienz wird hierbei differenziert, welche Teile des kodierten Signals besonders wichtig sind und welche nicht. Den wichtigsten Informationen wird hierbei ein hohes Maß an Redundanz „spendiert“, während weniger wichtige Teile des Signals – deren Verlust bei der Decodierung verschmerzbar ist – ohne Fehlerkorrekturinformationen auskommen müssen. So kann die Codierungs-Effizienz gegenüber einer einfachen Kopie des Signals deutlich erhöht werden. Eine solche „in-band FEC“ kann zudem durch den CODEC in Abhängigkeit der gemessenen Übertragungsqualität (packet loss, ggf. Bitfehler-Muster) justiert werden, so dass der Overhead im Falle einer guten Übertragungsqualität weiter verringert werden kann. Ein gutes Beispiel für eine kanalinterne FEC implementiert der aktuelle Opus-CODEC [IETF-6]. Diese Variante ist aufgrund ihrer Code-Effizienz den beiden erstgenannten Varianten vorzuziehen. Bei der Auswahl eines geeigneten CODECs für die WAN-Übertragung ist die Unterstützung einer CODEC-internen FEC also ein wichtiges Auswahlkriterium. Ist diese nicht vorhanden, so muss dies ggf. applikationsseitig durch eine der beiden erstgenannten, ineffizienteren Varianten ausgeglichen werden.

### Packet Loss Concealment

Neben der Fehlerkorrektur ist die Fehler-toleranz ein wichtiges Kriterium für die Robustheit eines CODECs. Das bedeutet, dass Übertragungsfehler nicht vor Decodierung korrigiert, sondern lediglich durch den Decoder toleriert werden müssen. Dies erfordert in der Regel keine Übertragung von Redundanzinformationen sondern stützt sich lediglich auf die bereits vorliegenden, korrekt übertragenen Informationen. Das sog. Packet Loss Concealment (PLC) ist ein Mechanismus, der den Umgang mit Paketverlust ermöglicht.

Der Verlust eines Paketes – und damit das Fehlen z.B. des nächsten Audio-Frames – führt nicht einfach zu einfach zu einem

## Audio und Video CODECs für das WAN - Teil 2

Fehlen des entsprechenden Signalanteils (also z.B. Stille oder ein Bild, das schwarz bleibt). Im Falle von Audio-CODECs führt das Fehlen eines Paketes, sofern man keine geeignete Gegenmaßnahme ergreift, dazu, dass eine undefinierte Bitfolge (nämlich die Bits, die gerade noch im entsprechenden Register anliegen) decodiert wird. Führt man sich vor Augen, dass Decoder einem Digital-Analog-Wandler die Information liefert, welche Schwingungen zur Rekonstruktion des analogen Signals überlagert werden sollen, kann man sich leicht vorstellen, dass eine unkontrollierte Eingabe zu einer unkontrollierten Ausgabe z.B. in Form eines sogenannten Überschwingers führt. Diese Art der Störung kennt jeder, der in den Frühzeiten des Handys und Mobilfunknetze einmal in schlecht ausgeleuchtetem Gebiet unterwegs war – durch den Verlust von einzelnen Rahmen kommt es zu sehr unschönen, hochfrequenten Störgeräuschen, dem sog. „Glitching“. Auch in stark gestörten VoIP-Netzen auf Basis älterer CODECs kommt es zu diesem Phänomen. Im Falle der Videoübertragung ist die Auswirkung ähnlich. Zwar fehlt mit dem verlorengegangenen Paket z.B. ein Bildausschnitt eines I-Frames, die nachfolgenden Differenzinformationen werden aber korrekt übertragen und decodiert. Das Ergebnis ist ein rechteckiger Bildausschnitt mit grauem Hintergrund und seltsamen Farbschlieren, aus dem sich das eigentliche Bild nur noch schemenhaft erahnen lässt.

Die einfachste Methode, dies zu vermeiden ist natürlich, dem Decoder bei Paketverlust ein wohldefiniertes Signal zukommen zu lassen, das ein ebenso wohldefiniertes Ergebnis erzeugt. Im einfachsten Fall ist dies das codierte Äquivalent von Stille oder eines einfarbigen Bildausschnittes. Diese „zero insertion“ genannte Vorgehensweise ist bereits die einfachste Form von Paket Loss Concealment, bei der man im Allgemeinen drei Varianten unterscheidet:

- Einfügen von Nullen (englisch „zero insertion“)
- Einfache Substitution (durch Wiederholung, engl. „[waveform] substitution“)
- Modell-basierte Substitution (engl. „model-based substitution“)

Bei Audiosignalen wird bereits die Abwesenheit eines Geräusches als störend wahrgenommen. Daher wird bei der „zero insertion“ oft ein Rauschen anstelle von Stille wiedergegeben. Dieses sog. „comfort noise“ vermittelt dem Empfänger das Gefühl, dass zwar eine Sprachpause vorliegt, die Verbindung jedoch noch besteht. „comfort noise“ wird daher auch bei „echten“ Gesprächspausen eingesetzt.

Einfache Substitutionsmethoden greifen auf die Signalbestandteile zurück, die bereits auf Empfängerseite vorliegen. So können z.B. aus dem vorherigen Audioframe die wesentlichen Grundfrequenzen extrahiert und anstelle des fehlenden Frames wiedergegeben werden. Alternativ ist auch eine einfache Wiederholung des vorherigen Audio-Frames möglich. Das menschliche Ohr ist hier erstaunlich tolerant, so dass – je nach Art des Signals – die Substitution einzelner Pakete häufig nicht bemerkt wird. Anders bei Videopaketen, da hier oft eine ganze Folge von Bildern betroffen ist. Die reine Substitution ist hier doch merklich, da z.B. ein kleiner Bildausschnitt „einfriert“. Gegenüber einem komplett monochromen Bildausschnitt ist dies allerdings häufig die bessere Alternative.

Die besten Ergebnisse erzielen sog. Modell-basierte Substitutionsverfahren. Auch hier gilt wieder: diese dritte Variante ist codec-spezifisch, während Variante 1 und 2 bei Kenntnis der zum CODEC gehörenden Paketstruktur prinzipiell auch applikationsseitig implementiert werden kann. Die Modell-basierten Verfahren machen sich die implizite Kenntnis des Signals und dessen Verlaufs zu Nutze – anders ausgedrückt „interpolieren“ sie zwischen dem vorangegangenen und dem folgenden Signal oder sagen den weiteren Signalverlauf auf Basis der Historie voraus. Bei einem Audiosignal kann dies geschehen, indem von der bisherigen Änderung der Amplituden und der Frequenzen des Signals auf den nachfolgenden Frame geschlossen wird. Sogar der Rückschluss auf einer höheren Meta-Ebene, z.B. vom ausgesprochenen Wort auf den

nächstfolgenden Vokal wäre denkbar. Im Falle des Videosignals wird dies heute schon für bewegte Objekte praktiziert. So kann aus der Differenz zwischen einer Reihe von Vorgängerbildern von z.B. einem fliegenden Ball sehr präzise auf die Position des Balls im fehlenden Bildausschnitt geschlossen werden. Der Decoder verschiebt nun die Position des bewegten Objektes entsprechend, während er das Hintergrundbild statisch hält. Die fehlenden – vormals verdeckten – Teile des Hintergrundes werden durch Interpolation ausgeglichen. Da das Auge des Betrachters sich naturgemäß auf das bewegte Objekt konzentriert, wird ihm der Fehler im Hintergrund nicht auffallen. Diese Vorhersagemethoden funktionieren heute bereits sehr gut. Allerdings ist dies gleichzeitig ein Nachteil der komplexen Substitutionsmethoden – wenn die Vorhersage einer Information nahezu perfekt funktioniert, so hätte die ersetzte Information erst gar nicht übermittelt werden müssen und hätte von vornherein eingespart werden können. Und dies wird in der Tat bei heutigen Videocodecs bereits praktiziert – nur so sind weitere signifikante Reduktionen der Datenrate möglich. Daher stellen die Modell-basierten Mechanismen auch immer einen Trade-Off zwischen Fehlertoleranz und Datenrate dar – und bewegen sich somit im Grenzgebiet zwischen Fehlertoleranz und Fehlerkorrektur durch Ausnutzung von Redundanz.

Nichts desto trotz wird die Unterstützung von modell-basiertem PLC einen immer höheren Stellenwert einnehmen, da nur so die Flexibilität zur Anpassung an unterschiedliche Übertragungsqualitäten bei gleichzeitig hoher Robustheit und Codie-

## Report-Neuerscheinung



### ComConsult Communications Index

Wer ein erfolgreiches UC-Projekt will, der braucht den besten UC-Client! Die neue Studie von ComConsult Research analysiert und vergleicht die Clients der führenden Anbieter. Sie zeigt auf, wo Probleme liegen und welche Clients und Produkte eher ein Garant für den Erfolg des Projekts sind. Damit ist diese Studie für jeden Planer und Entscheider eine unverzichtbare Hilfe für wesentliche Investitionsentscheidungen im Bereich UC.

Autoren: Dipl.-Math. Leonie Herden, Simon Lindenlauf, Dipl.-Ing. Dominik Zöller  
Preis: € 398,- netto

**Als Teilnehmer am ComConsult UC-Forum 2015 bieten wir Ihnen den Report zu einem Teilnehmer-Sonderpreis von nur € 338,- netto an.**



Buchen Sie über unsere Web-Seite

[www.comconsult-research.de](http://www.comconsult-research.de)

## Audio und Video CODECs für das WAN - Teil 2

rungs-Effizienz der CODECs gewährleistet ist. Für viele Anwendungen sind jedoch bereits die einfacheren Substitutions-Verfahren sinnstiftend, weshalb bei der Auswahl eines geeigneten CODECs für Paketverlust-behaftete WAN-Strecken die Unterstützung von Packet Loss Concealment ein wichtiger Faktor ist. Zur weiteren Lektüre zu aktuellen PLC-Implementierungen sei hier auf die Definition des Opus Audio Codecs in RFC 6716 [IETF-6] verwiesen.

**Fazit**

Um mit Übertragungsfehlern und Paketverlusten sinnvoll umgehen zu können, sind Mechanismen zur Fehlerkorrektur und Fehlertoleranz unabdingbar. Sie stellen ein wichtiges Auswahlkriterium für leistungsfähige WAN-CODECs dar. Dabei muss das Hauptaugenmerk darauf liegen, dass die konkret eingesetzten Mechanismen der jeweiligen Fehlersituation Rechnung tragen und nicht unnötig die Datenrate in die Höhe treiben. Der Umgang mit der Abwesenheit von Information (PLC) ist daher ein ebenso wichtiges Instrument, wie die Korrektur von Fehlern durch Redundanzinformationen. Die Wahl einer geeigneten Parametrisierung sollte bereits in der Planungsphase eines Kommunikationssystemes berücksichtigt werden. Idealerweise sollte die Applikation aber auch eine Adaption an veränderliche Rahmenbedingungen, wie spontan auftretende Paketverluste oder veränderliche Datenraten ermöglichen. Die hierfür notwendige flexible Parametrisierung der Mechanismen muss durch den CODEC unterstützt werden. Moderne CODECs wie Opus, H.265 und VP9 bieten dem Anwendungsentwickler die entsprechenden Möglichkeiten, so dass auch Szenarien mit sehr diversen Qualitätsbedingungen – vom MPLS-WAN über Mobilfunknetze bis hin zur WLAN-Übertragung entsprechend gewürdigt werden können. Es ist an der Zeit, veraltete CODECs wie G.711 und H.263 endgültig auf den Altenteil abzuschieben.

Weitere Erkenntnisse zur Auswahl geeigneter Voice und Video CODECs für das WAN und eine Vielzahl weiterer spannender Themen diskutieren wir zudem auf dem ComConsult UC-Forum 2015. Treffen Sie Gleichgesinnte, Kunden, Partner, Mitbewerber und zahlreiche namhafte Vertreter der Branche. Wir freuen uns auf Sie!

**Referenzen**

[IETF-1] J. Uberti; "WebRTC Forward Error Correction Requirements"; <https://tools.ietf.org/html/>

- [IETF-2] A. Begen; RFC5956 – "Forward Error Correction Grouping Semantics in the Session Description Protocol"; <https://tools.ietf.org/html/rfc5956>
- [IETF-3] C. Perkins, et.al.; RFC2198 – "RTP Payload for Redundant Audio Data"; <https://tools.ietf.org/html/rfc2198>
- [IETF-4] J. Bankoski, et.al.; RFC6386 – "VP8 Data Format and Decoding Guide"; <https://tools.ietf.org/html/rfc6386>
- [ITU-1] International Telecommunication Union (ITU); "H.265 – High Efficiency Video Coding"; <http://www.itu.int/rec/T-REC-H.265-201504-I/en>
- [IETF-5] Y.-K. Wang et.al.; DRAFT „RTP Payload Format for H.265/HEVC Video“; <https://tools.ietf.org/html/draft-ietf-payload-rtp-h265-14>
- [KANG-1] S. Kang, et.al.; „Improving the quality of H.264 video transmission using the Intra-Frame FEC over IEEE 802.11e networks“
- [IETF-6] JM. Valin, et.al.; RFC6716 – "Definition of the Opus Audio Codec"; <https://tools.ietf.org/html/rfc6716>

**Kongress****ComConsult UC-Forum 2015  
23.11. - 25.11.15 in Königswinter**

Wir analysieren deshalb auf dem ComConsult UC-Forum für Sie:

- Was bedeutet die Abschaltung von ISDN für Ihr Unternehmen? Welche Entscheidungen müssen getroffen werden?
- Wie sieht eine geeignete UC-Architektur der Zukunft aus? Welche Alternativen bestehen?
- UC über Unternehmensgrenzen hinaus, was bedeutet das in der Realität? Wie können Sie mit welchen Diensten mit anderen Unternehmen kommunizieren?
- UC aus der Cloud UCaaS, ist das eine Alternative speziell für eine verbesserte Erreichbarkeit durch Kunden und Zulieferer? Ist UCaaS insbesondere als Übergangs-Lösung bis zur Abschaltung von ISDN geeignet?
- Wie sind neue Kollaborations-Ansätze wie Cisco Spark oder Unify Circuit in diesem Szenario einzuordnen? Welche Rolle werden Video, Chat und Portale in einem zukünftigen Kommunikations-Portfolio haben?
- Wie sieht eine typische UC-Arbeitsplatz-Spezifikation in Zukunft aus? Welche Dienste sollen wie, auf welchem Gerät und wo unterstützt werden?
- Wie positionieren sich Hersteller und Produkte?
- Wie sieht die Rolle der Provider in Zukunft aus?

Moderation: Dipl.-Inform. Petra Borowka-Gatzweiler, Markus Geller, Dr. Jürgen Suppan, Dipl.-Ing. Dominik Zöllner

Preis: € 2.390,- netto

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

## ComConsult Veranstaltungskalender

**Internetworking: optimales Netzwerk-Design mit Switching und Routing, 19.10.-23.10.15 in Aachen**

Garantietermin

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

**Crashkurs IT-Recht für Nichtjuristen, 19.10.-20.10.15 in Bonn**

Garantietermin

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

**Verkabelungssysteme für Lokale Netze, alles standardisiert, alles klar?, 19.10.-20.10.15 in Bonn**

Garantietermin

Dieses Seminar erklärt praxisnah und herstellerneutral wie Sie hohe Qualität, Verfügbarkeit und lange Nutzbarkeit bei der Planung und im Betrieb einer Verkabelungs-Lösung erreichen. Die Bausteine einer Verkabelung werden vorgestellt und zu einem handhabbaren Gesamtsystem kombiniert. Lernen Sie wo sich gute von schlechten Lösungen unterscheiden. Dabei werden die Normen diskutiert und die praktische Handhabung der Normungsvorgaben erklärt. Der 2. Tag widmet sich der konkreten Durchführung einer Planung in kleinen Übungsgruppen.

Preis: € 1.430,- netto

**Storage: Planung moderner Speicherlandschaften, 19.10. - 20.10.15 in Bonn**

Garantietermin

In diesem Kurs werden bereits etablierte Technologien und aktuelle Entwicklungen im Speicherumfeld vorgestellt, technisch erläutert und für die richtige strategische Entscheidung zu einem Gesamtkonzept zusammengeführt. Lernen Sie Vor- und Nachteile der einzelnen Funktionen kennen für Ihr persönliches Speicher-Optimum.

Preis: € 1.590,- netto

**Umfassende Absicherung von Voice over IP und Unified Communications, 19.10. - 21.10.15 in Bonn**

Garantietermin

Dieses Seminar zeigt die Risiken beim Einsatz von Voice over IP und Unified Communications auf und gibt den Teilnehmern einen Überblick über die zu ergreifenden Sicherheitsmaßnahmen. Auf Grundlage von Best Practices aus dem Beratungsgeschäft sowie den marktrelevanten Standards, werden den Teilnehmern die Anforderungen an eine Sicherheitskonzeption für TK und UC vermittelt.

Preis: € 1.890,- netto

**Netzzugangskontrolle: Technik, Planung und Betrieb, 26.10.-28.10.15 in Bonn**

Garantietermin

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

**IT-Projektmanagement Kompaktseminar, 26.10.-28.10.15 in Aachen**

Garantietermin

Seminar über Projektmanagement in der IT. Es wird speziell auf die Anforderungen und Herausforderungen von IT-Projekten eingegangen. Lernen Sie wie Sie Projekte sauber aufsetzen und überwachen und mit welchen Methoden und Hilfsmitteln Sie die Termineinhaltung sicherstellen können.

Preis: € 1.890,- netto

**Netzwerk-Design für Enterprise Netzwerke, 26.10.-27.10.15 in Bonn**

Garantietermin

LAN-Technik wird im Moment neu erfunden. Neue Anforderungen erfordern neue Lösungen. Neue Fabric-Konzepte, ein Umdenken bei VLAN-Technik, eine Neupositionierung von QoS und neue Nutzungsformen im Rahmen von Audio-/Video-Bridging sind herausragende Beispiele. Das Seminar zum Thema Netzwerk-Design für Enterprise Netzwerke erklärt, was im Moment passiert und wie Sie sich auf die Zukunft vorbereiten. Es geht auf RZ- und Campus Design-Alternativen im Zeitalter neuer Layer-2 Technologien wie Fabrics, Multichassis-Link Aggregation, Shortest Path Bridging und Hochgeschwindigkeits-Datenraten von 10/40/100 Gbit ein. Darüber hinaus werden Priorisierungs-Techniken wie AVB und DCB sowie der sinnfällige Einsatz von VLAN-Technik und VLAN-Overlays behandelt.

Preis: € 1.590,- netto

**Interne Absicherung der IT-Infrastruktur, 26.10.-27.10.15 in Bonn**

Garantietermin

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

**WAN: Konzept, Planung und Ausschreibung, 26.10.-27.10.15 in Bonn**

Garantietermin

Seminar über die erfolgreiche Konzeption, Planung und Betrieb von WAN-Netzwerken. Lernen Sie wie Sie mit modernsten Technologien und erprobten Architekturen wirtschaftliche, verfügbare und leistungsfähige WAN-Lösungen aufbauen können. Erfahren Sie wie Sie sinnvoll SLAs für die Praxis aufsetzen können, die auch im Tagesbetrieb standhalten. Mit vielen Tipps und Tricks aus der Praxis.

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

#### TCP/IP-Netze erfolgreich betreiben

11.11.-13.11.15 in Bonn  
14.03.-16.03.16 in Berlin  
20.06.-22.06.16 in Bonn

#### Internetworking

19.10.-23.10.15 in Aachen  
04.04.-08.04.16 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  
27.10. - 30.10.15 in Aachen  
10.05. - 13.05.15 in Aachen

#### Trouble Shooting für

Netzwerk-Anwendungen  
17.11. - 20.11.15 in Aachen  
14.06. - 17.06.15 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

#### Session Initiation Protocol Basis-Technologie der IP-Telefonie

11.11. - 13.11.15 in Bonn  
11.04. - 13.04.16 in Stuttgart  
20.06. - 22.06.16 in Bonn

#### Umfassende Absicherung von Voice over IP und Unified Communications

19.10. - 21.10.15 in Bonn  
25.04. - 27.04.16 in Bonn

#### Optionales Einsteiger-Seminar:

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

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](mailto:insider@comconsult-akademie.de)  
<http://www.comconsult-research.de>

Herausgeber und verantwortlich  
im Sinne des Presserechts:  
Dr. Jürgen Suppan  
Chefredakteur: Dr. Jürgen Suppan  
Erscheinungsweise: Monatlich,  
12 Ausgaben im Jahr

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

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