

Schwerpunktthema

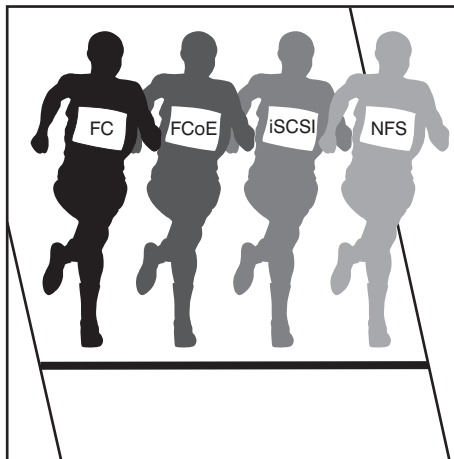
## FCoE-Standard fertiggestellt: Noch mehr Auswahl für Speichernetze

von Dr.-Ing. Behrooz Moayeri

Der FCoE-Standard ist fertiggestellt. Nun haben die Planer und Betreiber von Speichernetzen mehr Auswahl als je zuvor. Neben dem klassischen Fibre Channel bietet sich nicht nur iSCSI an, sondern nunmehr auch Fibre Channel over Ethernet. Jede dieser Technologien hat seine Vor- und Nachteile. Dieser Beitrag dient der Erläuterung der Alternativen und auch dazu, die Vor- und Nachteile der verschiedenen Varianten von Speichernetzen transparenter zu machen.

### Gremien, die sich mit Standards für Speichernetze befassen

Relevante Gremien und Organisationen



für die Standardisierung von Speichernetzen sind vor allem:

- Internet Engineering Task Force (IETF): Die IETF ist eine große offene internationale Gemeinschaft, die sich der Entwicklung von Internetarchitekturen widmet.
- InterNational Committee on Information Technology Standards (INCITS): Dieses Komitee ist eine durch das ANSI (American National Standards Institute) anerkannte und nach ANSI zertifiziert arbeitende Organisation, in der u.a. die folgenden Gremien sich mit Speichernetzen befassen:

weiter auf Seite 25

Zweitthema

## Neue Anforderungen ändern das Netzdesign: Neue Funktionen und Standards bei IEEE und IETF (Teil 2)

von Dipl.-Inform. Petra Borowka-Gatzweiler

### Besondere Einsatzszenarien von RBridges

**Beispiel 1:** Betrachten wir zuerst das Mischszenario mit Spanning Tree Switches und RBridges aus Abbildung 3.8, das als Wiring Closet Topologie bezeichnet wird: Zwei oder mehr Gruppen von Endstationen sind an zwei Spanning Tree

Switches angeschlossen (B1, B2), von denen jeder nicht-redundant an eine RBridge (RB1, RB2) im Netzwerk-Backbone / RZ-Zugang angebunden ist und als Redundanzverbindung eine Querverbindung zueinander haben. Insbesondere wenn die Access Switches B1 und B2 im selben Verteiler stehen, gibt es oft sehr gute Möglichkeiten, kostengünstig über Kupferports

eine solche Verbindung mit hoher Bandbreite zu schalten. In diesem Einsatzbeispiel ist es im Regelfall wünschenswert, die Verbindung B1-B2 nur als Backup für den Fall zu nutzen, dass entweder RB1 oder RB2 ausfällt.

weiter auf Seite 8

Beginn Frühbucherphase

### Voice-und Video Forum 2009

ab Seite 4

Geleit

### Sprach- und Video- Kommunikation: Stolpersteine auf dem Weg zu einer Strategie

ab Seite 2

Reportneuerscheinung

### Integration des Microsoft Office Communications Servers

ab Seite 22

Zum Geleit

# Sprach- und Video-Kommunikation:

## Stolpersteine auf dem Weg zu einer Strategie

Wer heute in ein Kommunikationsprojekt investiert, sei es, um eine bestehende TK-Installation abzulösen, sei es, um Unified Communications ergänzend hinzu zu fügen, der braucht eine Langfrist-Strategie. Ohne Zweifel wird sich unser Verständnis von Kommunikation und dabei insbesondere Team-Kollaboration in den nächsten Jahren verändern. Die Kombination aus neuen technischen Möglichkeiten und einem veränderten Kommunikations-Verhalten im privaten Leben legen die Basis für erhebliche Optimierungs-Potenziale in wichtigen Geschäftsprozessen. Nach wie vor enden viele bestehende Dienste der Kommunikation und Kollaboration an der Unternehmensgrenze. Dies beinhaltet so einfache Anwendungen wie Sprach- und Video-Konferenzschaltungen. Speziell die Optimierung der Kommunikation mit dem Kunden ist eine der großen Herausforderungen der nächsten Jahre.

Wer immer also investiert, braucht den Blick nach vorne. Doch dieser Blick wird durch signifikante Stolpersteine versperrt. Nachfolgend ohne Anspruch auf Vollständigkeit einige Beispiele. Wir werden diese Diskussion auf dem ComConsult Voice- und Video-Forum 2009 im November vertiefen.

### 1. Parallel-Betrieb verschiedener Plattformen

Der Parallelbetrieb verschiedener Kommunikations-Plattformen kann nie optimal sein. Die Verbindung der verschiedenen Lösungen erfordert in der Regel Gateways. Jedes Gateway ist pauschal ein Problem. Es ist immer verbunden mit Funktionalitäts-Einschränkungen, Skalierungs-Problemen, Mehrkosten und erhöhten Betriebsaufwendungen. Entsprechend sind auch die Strategien der großen Anbieter auf Verdrängung und Migration ausgelegt. Das Idealszenario für Alcatel, Cisco und Siemens und anderen ist immer noch die Komplett-Lieferung der Kommunikations-Lösung aus einer Hand.

Doch die Idee einer homogenen Lösung bekommt immer mehr Kratzer. Zum einen dehnen zukünftige Kommunikations- und Kollaborations-Lösungen den Funkti-



onsumumfang so aus, dass die Frage mehr als nahe liegt, ob ein einzelner Hersteller das Gesamtpaket glaubwürdig in hoher Qualität abdecken kann. Zum anderen hat gerade der Einstieg von Microsoft in den Markt gezeigt, dass es möglich ist, Ergänzungs-Lösungen zu bestehenden Lösungen im Markt zu verkaufen. Die Frage, die sich hier stellt, ist ganz simpel, ob wir wirklich glauben, dass wir Microsoft jemals wieder los werden. Es ist deutlich realistischer, von einer Situation auszugehen, in der mehrere Plattformen koexistieren.

Ohne Frage ist ein Eingestehen dieser Tatsache mit vielen Folgeproblemen verbunden. Neben dem reinen Funktionsverlust an Gateways (und der Microsoft OCS Mediation Server ist geradezu prädestiniert, um das Problem des Funktionsverlustes nachzuweisen) haben wir das riesige Problem des Parallelbetriebs der Kerninfrastruktur. Dazu zählen mindestens:

- Voice-, Video-, Messaging-Routing
- Rufnummernpläne
- Teilnehmer-Verzeichnisse
- Präsenz-Server

Nun hat der erste der großen Hersteller auf dieses Problem reagiert. Avaya hatte die Grundzüge seiner neuen AURA-Architektur im Mai 2009 auf den Markt gebracht. Die aktuelle Roadmap zeigt eine Reihe von weiteren Entwicklungen bis Ende 2010. Interessant an der Architektur sind:

- die Trennung von SIP-Routing und denen darauf aufbauenden Applikationen
- die Übernahme des IMS-Providermodells in einer einfacheren Form
- der Aufbau eines vermaschten und redundanten auf SIP basierenden Session Manager Netzwerks für den Transport und die Adaption an gängige Plattformen
- die Integration eines Präsenz-Servers zur Aggregation der Präsenz verschiedener Plattformen

Auch Avayas-Lösung ist nicht perfekt. Funktional wird sie durch den Leistungsumfang der SIP-Trunks und SIP-Gateways der anzukoppelnden Hersteller eingeschränkt. Auch diese Lösung kann nicht die generellen Probleme einer Präsenz-Föderation lösen. Aber: hier akzeptiert ein Hersteller zum ersten Mal das Unvermeidliche und liefert eine Architektur zur Integration verschiedener Plattformen. Die Idee ist zwar nicht neu und erinnert speziell beim Session Manager an das Konzept des SIP Express Routers SER. Aber sie ist relativ weit entwickelt (zumindest in der Konzeption, größere Installationen entstehen gerade erst).

Auf jeden Fall liefert Avaya mit diesem Ansatz viel Diskussionsstoff. Davon sind alle Anbieter und alle Kunden betroffen. Jeder muss sich der Frage der Notwendigkeit eines Parallelbetriebs von Lösungen stellen. Es ist vielleicht sogar das bestimmende Element einer tragfähigen Langfrist-Strategie. Wir werden dieses Thema gezielt auf dem ComConsult Voice- und Video-Forum im November analysieren.

### 2. Virtualisierung

Alle traditionellen TK-Anbieter folgen mittlerweile dem Ziel der Einbindung von TK-Lösungen in Form normaler IT-Server in die Rechenzentren. Der Weg geht weg von der Nutzung spezieller Server-Hardware (wobei ggf. benötigte analoge und digitale Schnittstellen in entsprechend geeignete Gateways ausgelagert werden). Da TK-Lösungen generell aus einer Ansammlung von Spezial-Applikationen bestehen, war eine der Ursachen für hohe Hardware-

## Sprach- und Video-Kommunikation: Stolpersteine auf dem Weg zu einer Strategie

Kosten zudem immer in der Zahl notwendiger Server zu sehen. So verwundert nicht, wenn der Trend nicht nur hin zu normalen Linux-Servern geht, sondern vor allem auch hin zu virtualisierten Lösungen, die den Parallelbetrieb von virtuellen Maschinen auf einer Server-Hardware gestatten. Virtualisierte Lösungen gestatten den Herstellern eine bessere Skalierung speziell in kleineren Lösungen.

So gut das auf den ersten Blick klingt, so sehr hat dieser Weg seine Tücken. Fast alle namhaften Unternehmen streben momentan im Rahmen des Redesigns ihrer Rechenzentren hin zu virtuellen Infrastrukturen. Dabei ist aber zu beachten, dass sich die Argumente für diesen Weg nicht auf die bessere Ausnutzung von Hardware reduzieren. Vielmehr wird generell das mit der Virtualisierung verbundene zentrale Management in Kombination mit speziellen Funktionen für Backup und Disaster Recovery als Hauptargument der Virtualisierung angesehen.

Genau diese Anforderung erfüllt die Virtualisierung, die von den meisten TK-Herstellern verfolgt wird, in keiner Weise. Vielmehr entstehen hier Virtualisierungs-Inseln für TK-Lösungen. Diese haben ein separates Management und nutzen häufig nicht die vorhandenen Funktionen für dynamische Lastanpassung und Disaster Recovery. Dies ist mehr als ärgerlich und muss auch deutlich kritisiert werden. Wer Citrix/Xen oder VMware als Basis nutzt, der sollte auch die Komplettarchitektur akzeptieren und die jeweiligen vorhandenen Management-Tools nutzen (die ja um die notwendige Funktionalität erweitert werden können, so wie VMware es beispielhaft an der Integration des Managements des Cisco Nexus 1000 vorführt). Der Anwender sollte hier klar fordern, welche Form der Virtualisierung er sich wünscht und er sollte das mit entsprechenden K.O.-Kriterien für seine Ausschreibung versehen. Wir werden dieses Thema auf dem ComConsult Voice- und Video-Forum aufgreifen und speziell die Eigenschaften von Citrix und VMware mit Hinsicht auf den Betrieb von TK-Lösungen analysieren.

### 3. SOA

Mit dem Wechsel auf eine virtuelle Architek-

tur stellt sich automatisch die Frage nach der passenden Software-Architektur. Bisher bestehen viele TK-Lösungen aus unabhängigen und inkompatiblen Anwendungs-Lösungen. Benutzer werden häufig mehrfach verwaltet und es fehlt grundsätzlich eine durchgängige Konfiguration. Diese Situation ist nicht nur für den Kunden ärgerlich, sie erhöht auch die Software-Pflege- und Entwicklungskosten für den Anbieter erheblich.

So ist es nicht verwunderlich, dass die Anbieter den Weg in neue Architekturen suchen. Service Oriented Architectures SOA sind dabei zum aktuellen Schlagwort geworden. So modern das auf den ersten Blick klingt, so klar muss auch gesagt werden, dass der Begriff in keiner Weise präzise festgelegt ist. Er deckt eine erhebliche Spannweite von technischen Lösungen ab. Ein Merkmal ist diesen Lösungen allerdings gemein. Dies ist die Vermeidung von Daten-Redundanzen. Also zum Beispiel die Vermeidung einer Mehrfach-Pflege von Benutzern. Nun hört aber die Verwaltung der Benutzer nicht an der Grenze einer TK-Lösung auf. Für ein Unternehmen ist dies eine Gesamtaufgabe. Entsprechend haben sich Directory Technologien in den letzten Jahren entwickelt. LDAP und Microsoft Active Directory (eine LDAP-Variante) sind Beispiele dafür. Tatsächlich wird dies aber in den TK-Architekturen nicht unterstützt. Zwar haben Avaya und Siemens, die beide hier als Vorreiter zu sehen sind, das Angebot an Schnittstellen und APIs verbessert, aber von einem wirklichen SOA-Konzept kann nur bedingt die Rede sein. Der Kunde sollte hier im Detail prüfen, was die jeweilige Architektur direkt für ihn leistet.

### 4. Endgeräte-Technologie

Eines der größten Fragezeichen der nächsten Jahre ist die Frage, welche Technologie am besten geeignet ist, die notwendige Endgeräte-Technologie umzusetzen. Im Vordergrund steht dabei das Ziel, eine Geräte-unabhängige, einheitliche Art von Client zu haben. Im Prinzip soll es egal sein, ob der Client auf einem Desktop-PC, einem Laptop, einem Netbook, einem Mobiltelefon oder in einem Hardware-Telefon läuft. Er soll eine einheitliche Funktionalität mit einer identischen Bediensystematik

realisieren. Alle Anbieter basteln hier nach wie vor vor sich hin. Selbst die reinen Software-Clients weisen Unterschiede auf, auch ist nicht alles in einem Client integriert. Microsoft verfolgt mit seinem OCS-Ansatz durchaus einen interessanten Weg, macht dann aber das Konzept dadurch kaputt, dass eine Mischung aus Outlook und Office Communicator als Mindest-Voraussetzung gilt. Hier ist noch ein weiterer Weg in Richtung einer Benutzer-freundlichen Lösung zu gehen. Dabei stellt sich zunehmend die Frage, in welchem Umfang das traditionelle Telefon die dabei bestehenden Anforderungen erfüllen kann. Es hat sicher seinen Sinn an relativ einfachen Arbeitsplätzen, aber sobald ein Mehr an Funktionalität genutzt werden soll, stößt es schnell an Grenzen.

Ein deutlicher Fortschritt kann in den nächsten Jahren aus der Weiterentwicklung von Browser-Technologie kommen. Bisher waren Browser auf den einfachen Zugriff auf Webserver optimiert. Das ändert sich in großen Schritten. Der Browser der Zukunft ist eine Laufzeit-Umgebung für Anwendungen mit erheblichem Potenzial. Der Wechsel zum Internet Explorer 8, zu Firefox 3 und zu Safari 4 hat zudem gezeigt, dass die Realzeiteignung deutlich verbessert wurde. Mit HTML 5 entsteht nun eine völlig neue technische Basis für Browser-basierte Lösungen. Damit entsteht sofort auch die Frage, ob der optimale Kommunikations-Client der Zukunft nicht generell ein Webclient ist. Wir werden im Rahmen des ComConsult Voice- und Video-Forums auch über diese Entwicklung berichten (voraussichtlich im Rahmen des Plus-Moduls, das ergänzende Video-Analysen zum Forum bringt).

Das war nur ein kurzer Ausblick über mögliche Stolpersteine auf dem Weg zu einer Langfrist-Strategie. Die Liste ist in keiner Weise vollständig und viele spezifische Kriterien für die Sprach- und Video-Kommunikation wurden hier nicht angesprochen. Wir werden den gesamten Themenbereich im November auf dem ComConsult Voice- und Video-Forum mit Ihnen diskutieren.

Bis dahin  
Ihr  
Dr. Jürgen Suppan

## Frühbucherrabatt bis 15.09.09

# Voice- und Video-Forum 2009

09.11. - 12.11.09 in Königswinter

Beginn Frühbucharphase

# Voice- und Video-Forum 2009

Die ComConsult Akademie veranstaltet vom 09.11. - 12.11.09 ihren Kongress „Voice- und Video-Forum 2009“ in Königswinter.

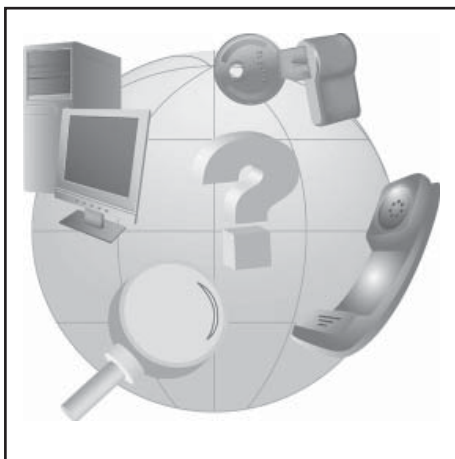
Das ComConsult Voice- und Video-Forum 2009 kommt zu einem kritischen Zeitpunkt. Der Markt wird durch sehr unterschiedliche Entwicklungen geprägt:

- Bei immer mehr Unternehmen ist die bestehende TK-Installation abzulösen, der Projektdruck nimmt zu
- Der Wettbewerb hat sich nach dem Ausscheiden Nortels und mit der zunehmenden Bedeutung Microsofts weiter intensiviert
- Neuinstallationen stehen vor dem Spagat, sowohl eine saubere Abdeckung von TK-Leistungsmerkmalen als auch den Einstieg in die neue Unified Communications Welt zu liefern

- Unified Communications kommt langsam aus dem Nebel. Die Zahl der Projekte nimmt deutlich zu. Die Vorteile der Technologie sind klarer und die Kombination mit traditioneller TK-Technik ist einfacher geworden

Dabei können Motivation und Ausgangslage für ein Unternehmen sehr verschieden sein:

- Für den Anwender, der eine bestehende TK-Installation abzulösen hat, ist die Frage zu klären, welche Funktionen wirklich gefordert sind und mit welcher Art von Technologie diese am besten zu erfüllen sind. In jedem Fall wird das neue Produkt Software-basiert sein und auf IP-Technologie basieren, aber das lässt immer noch einen gewaltigen Spielraum offen
- Für den Anwender, der im wesentlichen die Vorteile von Unified Communications nutzen möchte, entsteht nicht nur das Problem der Produktwahl und Zukunftssicherheit. Vor allem muss das Problem gelöst werden, eine kleine Gruppe von Benutzern mit neuer Technologie mit einer großen Gruppe von Benutzern mit alter Technologie zu integrieren
- Für alle Projekte und Investitionen besteht ein zunehmendes Problem der Investitionssicherheit. Der Fall Nortel ist nur die Spitze des Eisbergs, der gesam-



te Markt kämpft mit der Neupositionierung von Technologie und Wettbewerb

Hier setzt das ComConsult-Voice- und Video-Forum 2009 an. Es liefert Entscheidungshilfen für aktuelle Projekte, zeigt auf, wohin der Markt geht und analysiert die Wettbewerbs-Situation.

Das Forum präsentiert

- Neue und hochaktuelle Studien über Technologien, Produkte und den Wettbewerb
- Projekt- und Erfahrungsberichte
- Kritische Detail-Analysen ausgewählter Technologien
  - Ablösung bestehender TK-Installationen: was ist der beste Weg?
  - Der Markt in der Analyse: Alcatel, Avaya, Cisco, Microsoft, Siemens: wer wird dieses Rennen gewinnen?

- Wo stehen die kleineren Anbieter?
- Unified Communications: der Markt zieht an, aber welche Funktionen setzen sich durch?
- Videokonferenz: Kauf einer neuen oder Erweiterung bestehender Lösungen, was ist der Stand der Technik?
- Wie offen und integriert muss die Lösung sein?
- Videokonferenz mit externen Teilnehmern in hoher Qualität: der Megatrend?
- Der Videokonferenz-Markt in der Analyse: Polycom, Sony, Tandberg kontra Cisco, LifeSize, Microsoft und offene Standards: wer wird dieses Rennen gewinnen?
- Sicherheits-Lösungen: was gehört dazu, was ist erreichbar, was ist wirtschaftlich?

Das ComConsult Voice- und Video-Forum wird auch in diesem Jahr der Treffpunkt der Branche.

## Veranstaltung inklusive aktuell erschienene Technologie Studie

Die ComConsult Akademie bietet Ihnen den neu erschienenen Report „Integration des Microsoft Office Communications Servers - Alternative Möglichkeiten der Nutzung und Einbindung in die Unternehmens-Infrastruktur“ bei der Buchung dieses Kongresses zu einem Sonderpreis an. Statt regulär € 249,- zzgl. MwSt. zahlen Kongressteilnehmer nur € 210,- zzgl. MwSt.

## NEU: Das Plus-Modul

Dieses optional buchbare Modul bietet den Teilnehmern der Veranstaltung (erhältlich ab Oktober 2009):

- Bewertung der Microsoft-OCS-Strategie durch Dr. Jürgen Suppan
- Interviews mit ausgewählten Herstellern
- Basis-Information über Unified Communications
- Das Fazit der Veranstaltung und der Ausblick auf die kommenden Monate durch Dr. Jürgen Suppan
- Den Zugang zum Weg-Diskussions-Forum: Voice- und Video-Technologie, wohin geht der Weg?

Das Plus-Modul kostet 299,- Euro zzgl. MwSt. Die bereitgestellten Trainings-Videos sind kopiergeschützt und exklusiv für die Teilnehmer der Veranstaltung zugänglich.

Beginn Frühbucherphase

Dieser Report wendet sich an alle Planer und IT-Verantwortliche, die neue TK- oder UC-Lösungen planen und gleichzeitig Microsoft-Produkte einsetzen. Schon allein durch die Integration in die Microsoft Of-

fice-Produkte kann der Office Communications Server in diesen Umgebungen nicht ignoriert werden. Darüber hinaus propagieren praktisch alle TK-Hersteller Schnittstellen und Integrationsmöglichkeiten zum

OCS. Damit steht die Fragen nach Art und Umfang einer integrierten OCS-Lösung im Zentrum aktueller UC-Projekte.

## Frühbucherrabatt bis 15.09.09

### Voice- und Video-Forum 2009 09.11. - 12.11.09 in Königswinter

Für Besucher unserer bisherigen Kongresse bzw. für die Teilnehmer am VIP-Verteiler bieten wir Ihnen exklusiv eine Vorbuchungsphase für das ComConsult Voice- und Video-Forum 2009 bis zum 15.09.2009 für eine rabattierte Teilnahmegebühr an.

ComConsult Voice- und Video-Forum 2009 zum Preis bei Buchung bis 15.09.09 von € 2.090,- statt regulär € 2.290,- zzgl. MwSt.

Die Buchung innerhalb der Frühbucherphase ist verbindlich, kann aber jederzeit auf einen anderen Mitarbeiter Ihres Unternehmens übertragen werden.

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

## Anmeldung Voice- und Video-Forum 2009

Ich buche den Kongress  
Voice- und Video-Forum 2009

09.11. - 12.11.09 in Königswinter

Preis: € 2.090,-\* zzgl. MwSt.  
\*gültig bis 15.09.2009

inkl. kostenpflichtigem Report  
 ohne Report

inkl. Plus-Modul  
zum Preis von 299,- € zzgl. MwSt.  
 ohne Plus-Modul

Bitte reservieren Sie mir ein Zimmer

vom \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_ 09  
im Maritim Hotel

\_\_\_\_\_  
Vorname

\_\_\_\_\_  
Nachname

\_\_\_\_\_  
Firma

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

\_\_\_\_\_  
Straße

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

\_\_\_\_\_  
eMail

\_\_\_\_\_  
Unterschrift



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

Aktueller Herbst-Kongress

# Rechenzentrum Infrastruktur-Redesign Forum 2009

Die ComConsult Akademie veranstaltet vom 16.11. - 18.11.09 ihren Kongress „Rechenzentrum Infrastruktur-Redesign Forum 2009“ in Königswinter.

Das ComConsult Rechenzentrum Infrastruktur-Redesign-Forum greift die aktuellsten Fragen der Netzwerk- und IT-Technologie auf. Top-Referenten analysieren die neuesten Entwicklungen und liefern die notwendige Information für Ihren Projekterfolg.

Unsere Rechenzentren befinden sich in einer der größten Redesign-Phasen der letzten 20 Jahre. Die wesentlichen Treiber dieses Redesigns sind:

- Server-Konsolidierung
- Speicher-Konsolidierung
- Virtualisierte Infrastrukturen
- Web-basierte Applikationen

Rechenzentren-Redesign bedeutet dabei vor allem ein Redesign der Infrastrukturen. Im Mittelpunkt der Konsolidierung und Vereinheitlichung stehen dabei:

- Netzwerke
- Speicher-Systeme und Speicher-Netzwerke
- Verkabelung
- Strom und Klima

Das ComConsult Rechenzentrum Infrastruktur-Redesign Forum 2009 stellt sich diesem herausragenden Thema und analysiert:

Integration und Vereinfachung der Netzwerk-Server-Speicher-Architektur: Cisco kontra HP und IBM, wer hat die Nase vorne?

Der Eintritt von Cisco in den Markt hat zu einer Welle von neuen Produkten auch seitens der Marktführer HP und IBM geführt. Alle Hersteller versprechen nun eine starke Vereinfachung und Integration des Zusammenspiels von Server, Virtualisierung, Speicher und Netzwerk. Als Hausnummer wird eine 30%-ige Einsparung bei Investitionen und Betriebskosten genannt. Ist das realistisch? Was leisten die neuen Produkte von Cisco, HP und IBM, wer hat den überzeugendsten Ansatz? Erwarten Sie mit Spannung unsere hochaktuelle und exklusive Analyse zum Forum.



Virtualisierung, neue Prozessoren und neue Architekturen: wie viel muss man wirklich darüber wissen?

Virtualisierung ist unbestritten der Motor des Rechenzentrum-Redesigns. Hier geht es nicht nur um eine deutlich höhere Dichte von Servern sondern auch um völ-

lig neue Formen des Betriebs. Dynamisch wandernde virtuelle Maschinen ermöglichen völlig neue Konzepte für Auslastung, Ausfallsicherheit, Backup und Disaster Recovery. Die immer mehr in den Vordergrund tretenden neuen Virtualisierungsverfahren für Applikationen und Desktops ergänzen dieses Szenario. Neue Multi-Tier-Webarchitekturen und Schlagworte wie Cloude-Computing nutzen die Vorteile, die Virtualisierung bietet. Damit entstehen wesentliche neue Anforderungen an Infrastrukturen. Wie viel muss also der Server-, Netzwerk- und Speicher-Spezialist über das Zusammenspiel der Technologien wissen, um seine Technologie ausreichend zu positionieren? Wir stellen unsere hochaktuelle Analyse zum Zusammenspiel der Technologien und den wesentlichen Abhängigkeiten vor.

Zukunfts-fähige RZ-Netzwerke: was bedeutet das?

Immer mehr Server auf immer weniger Raum. Die Kombination aus Blade-Ser-

## NEU: Das Plus-Modul

Mit dem Rechenzentrum Infrastruktur-Redesign Forum stellen wir unser neues Plus-Modul vor. Dieses optional buchbare Modul bietet den Teilnehmern der Veranstaltung:

Online-Videos zur Vorbereitung auf die Veranstaltung, darunter: (werden ab Oktober zur Verfügung gestellt)

- Netzwerk-Engpässe in virtualisierten Umgebungen: woher kommt der Bedarf für eine neue Form von Netzwerk?
- Bericht von der VMware-World 2009 aus San Francisco: wohin geht die Virtualisierungstechnologie?
- Wie wichtig ist VMware, wie positionieren sich Cisco, HP und IBM zu den verschiedenen Virtualisierungs-Lösungen von Citrix, Microsoft und VMware?
- Cisco greift HP und IBM an: was bedeutet das für den Markt? Worin liegt der Hebel begründet, den Cisco ansetzt?
- Virtualisierung, was ist das eigentlich? Warum funktioniert Virtualisierung nicht mit jedem Typ von Prozessor und warum ist häufig eine Investition in neue Hardware erforderlich, obwohl die bestehenden Server nicht ausgelastet sind?

Ein Online-Diskussions-Forum für die Teilnehmer des Forums. Hier werden die auf der Veranstaltung diskutierten Fragen noch einmal aufgegriffen und für die Teilnehmer zur weiteren Diskussion gestellt.

Online-Videos zur Nachbereitung der Veranstaltung, darunter:

- Ein Fazit der wesentlichen Ergebnisse von Dr. Jürgen Suppan
- Die Vertiefung der Fragen und Diskussionen, die während der Veranstaltung nicht geklärt werden konnten

Das Plus-Modul kostet 299,- Euro zzgl. MwSt. Die bereitgestellten Trainings-Videos sind kopiergeschützt und exklusiv für die Teilnehmer der Veranstaltung zugänglich.

Rechenzentrum Infrastruktur-Redesign Forum 2009

ver und Virtuellen Infrastrukturen führt zu immensen Anschlussdichten. Dies ist gepaart mit extrem hohen Bandbreiten-Bedürfnissen. Zu einfache Lösungen werden bereits an der notwendigen Ausfallsicherheit scheitern. Etablierte Verfahren wie Spanning-Tree sind hier fehl am Platz. RZ- und Server-Netzwerke bilden eine neue Generation von Netzwerk, mit neuen Switching-Produkten und neuen Netzwerk-Verfahren. Wir analysieren diese Technologien für Sie.

Speicher-Konsolidierung: wohin fährt der Zug?

Ethernet, Infiniband, iSCSI und Fibre Channel sind die Basis-Zutaten für ein explosives Technologie-Gemisch. Die In-

tegration in virtuelle Infrastrukturen wirft neue Anforderungen auf. Ethernet mit der Zuverlässigkeit des Fibre Channels: ist das die Quadratur des Kreises? Kaum ein anderes Technologie-Feld wird so von Hersteller-Interessen dominiert wie dieses. Unsere große Analyse und der Technologie-Ausblick erwarten Sie auf dem Forum.

RZ-Verkabelung 2009: wo stehen wir?

Bandbreite + Anschlussdichte + Gewicht + neue Standards = Kupfer oder Glasfaser? Das ist die Kernfrage. Diese ist verbunden mit der Frage, wie wir aus der Altlastsituation im Doppelboden und in den Schränken sinnvoll in eine einfach zu handhabende und überschaubare Lö-

sung kommen. Unsere Verkabelungs-Analyse wird die bestehenden Optionen analysieren und Empfehlungen auf dem Forum präsentieren.

Infrastruktur-Sicherheit im RZ: eine echte Herausforderung

Im Prinzip stehen die üblichen Verdächtigen auch im Rahmen der RZ-Konsolidierung zur Debatte. Aber extrem hohe Bandbreiten, kurze Signallaufzeiten und neue Netzwerk-Architekturen machen Firewalls, IPS, NAC, 802.1x und anderen Lösungsansätzen das Leben schwer. Was hat sich bewährt, was wird in diesem Umfeld nicht skalieren? Auch hier unsere Analyse auf dem Forum.

# Jetzt neu! Plus-Modul und Online-Videos

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

## Anmeldung Rechenzentrum Infrastruktur-Redesign Forum 2009

Ich buche den Kongress  
**Rechenzentrum Infrastruktur-Redesign Forum 2009**

16.11. - 18.11.09 in Königswinter  
Preis: € 1.890,- zzgl. MwSt.

inkl. kostenpflichtigem Report  
 ohne Report

inkl. Plus-Modul  
zum Preis von 299,- € zzgl. MwSt.  
 ohne Plus-Modul

Bitte reservieren Sie mir ein Zimmer

vom \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_ 09  
im Maritim Hotel

\_\_\_\_\_  
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

## Neue Anforderungen ändern das Netzdesign:

### Neue Funktionen und Standards bei IEEE und IETF - Teil 2

Fortsetzung von Seite 1



Dipl. Inform. Petra Borowka-Gatzweiler leitet das Planungsbüro UBN und gehört zu den führenden deutschen Beratern für Kommunikationstechnik. Sie verfügt über langjährige erfolgreiche Praxiserfahrung bei der Planung und Realisierung von Netzwerk-Lösungen und ist seit vielen Jahren Referentin der ComConsult Akademie. Ihre Kenntnisse, internationale Veröffentlichungen, Arbeiten und Praxisorientierung sowie herstellerunabhängige Position sind international anerkannt.

Nun kann das Rechenzentrum weiter entfernt liegen, so dass die Verbindungen RB1-B1 und RB2-B2 eine niedrigere Datenrate haben und somit kostenmäßig teurer sind. Die Default Einstellung kann dann dazu führen, dass eine der RBridges (z.B: RB1) die Designierte RBridge (DRB) für das LAN inklusive B1 und B2 wird und sich als Appointed Forwarder für die dort betriebenen VLANs bekanntgibt. Im Ergebnis würde RB1 den gesamten Verkehr von ujnnd zu B1 und B2 transportieren, die Endstationen, die an B2 angebunden sind, würden über die Verbindung B2-B1-RB1 von und zum RZ kommunizieren, die eigentlich gewünschte Verbindung B2-RB2 bliebe ungenutzt. Das verschenkt die Bandbreite der Verbindung B2-RB2 und halbiert die verfügbare Bandbreite zwischen dem Verteiler B1, B2 und dem Rechenzentrum.

Es gibt drei Möglichkeiten, hier Abhilfe zu schaffen: Die erste Möglichkeit ist es, B1 und B2 durch RBridges zu ersetzen. Damit hat sich das Problem erledigt, da alle Komponenten nun zu allen anderen Short

test Path Trees nutzen. Die zweite Möglichkeit kann zum Einsatz kommen, wenn mehrere VLANs an B1 und B2 betrieben werden. In diesem Fall können RB1 und RB2 so konfiguriert werden, dass beide gleichverteilt der Appointed Forwarder für jeweils die Hälfte der VLANs werden. Fällt eine der beiden RBridges RB1 oder RB2 aus, so übernimmt die jeweils andere deren Funktion als Appointed Forwarder und das Failover ist gesichert. Die dritte Lösung ist es, RB1 und RB2 mit der System-ID RBx (das kann entweder RB1 oder RB2 sein) in die „Wiring Closet Gruppe“ einzubinden. Beide senden dann BPDUs, während ihre Ports so konfiguriert sind, dass sie die höchste Priorität haben und somit Root Bridge werden. Das bringt den Spanning Tree dazu, die aktive Topologie so zu schalten wie es gewünscht ist, und die Verbindung B1-B2 zu blocken. Da B1-B2 geblockt ist, können RB1 und RB2 die gegenseitigen TRILL Hellos nicht sehen und agieren somit beide als Designierte RBridge und Appointed Forwarder für die jeweils angeschlossenen Teilnetze. Fällt RB1 oder RB2 aus, so aktiviert der Span-

ning Tree die Verbindung B1-B2 und das Failover ist gesichert. Diese Konfiguration ist jedoch relativ komplex, da im Fehlerfall sowohl TRILL als auch Spanning Tree analysiert werden muss. Wir stimmen der IETF zu, dass der Ersatz der Spanning Tree Bridges durch RBridges aus Lösung 1 die eleganteste Lösung ist. Die VLAN Lösung (Lösung 2) stellt einen Kompromiss mit moderatem Konfigurationsaufwand dar, insbesondere dann, wenn schon mehrere VLANs vorhanden sind.

**Beispiel 2** macht deutlich, dass RBridges nur dann korrekt die Kosten eines Weges berechnen können, wenn innerhalb des RBridge Netzverbands keine Spanning Tree Inseln mehr vorhanden sind. In Abbildung 3.9 liegt zwischen den RBridges RB1 und RB2 ein Spanning Tree Bereich mit B1 und B2, wobei diese über eine langsamere Verbindung gekoppelt sind als RB1-B1 und B2-RB2. Diese langsame Verbindung ist jedoch aus Sicht des Shortest Path Bridging transparent, da der gesamte Spanning Tree Bereich wie eine Spanning Tree Bridge betrachtet wird. RB1 und RB2 berechnen daher die aktive Topologie in dem Glauben, eine durchgängig schnelle Verbindung mit zwei Hops zueinander zu haben. Tatsächlich bremst jedoch die Verbindung B1-B2 den gesamten Weg auf die niedrige Datenrate herunter. Das Beispiel macht deutlich, dass der Mischbetrieb einige Risiken der Fehlkonfiguration mit sich bringt.

**Beispiel 3:** Das stark vermaschte Netz von RBridges aus Abbildung 3.10 kann sehr effizient für Verkehrslasten zu verschiedenen Zielen (Multi-Destination) genutzt werden, da jede RBridge die Wurzel eines eigenen SPTs zu allen anderen Zielen ist. Nehmen wir an, alle Verbindungen haben dieselbe Bandbreite und daher mit denselben Kostenwerten belegt.

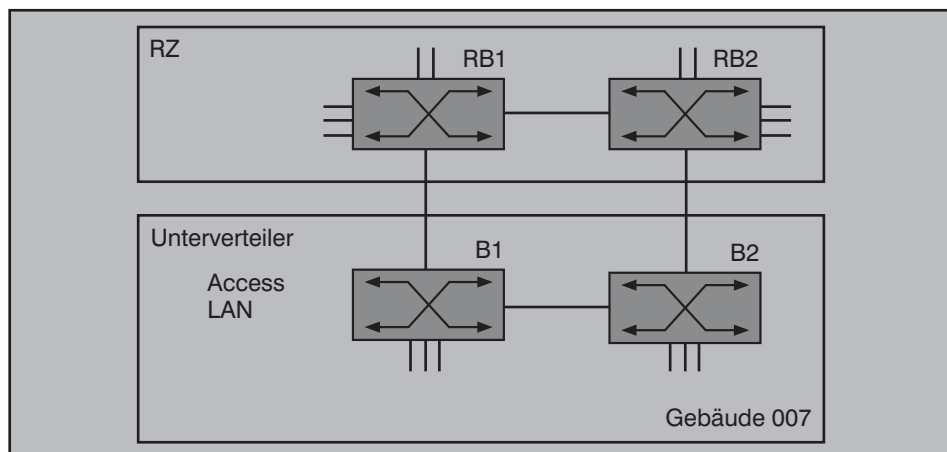


Abbildung 3.8: Wiring Closet Topologie mit Spanning Tree Switches und RBridges

Neue Anforderungen ändern das Netzdesign: Neue Funktionen und Standards bei IEEE und IETF - Teil 2

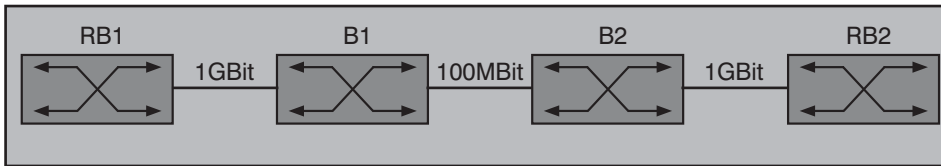


Abbildung 3.9: Kaskade mit RBridges und Spanning Tree Switches

tels Link Aggregation zu einer gemeinsamen (logischen) Verbindung verschaltet werden. Allerdings ist ECMP das flexiblere Verfahren, da die Gesamtwege betrachtet werden und nicht wie bei der Link Aggregation an jeder Stelle identische Bandbreiten für Lastverteilung Voraussetzung sind.

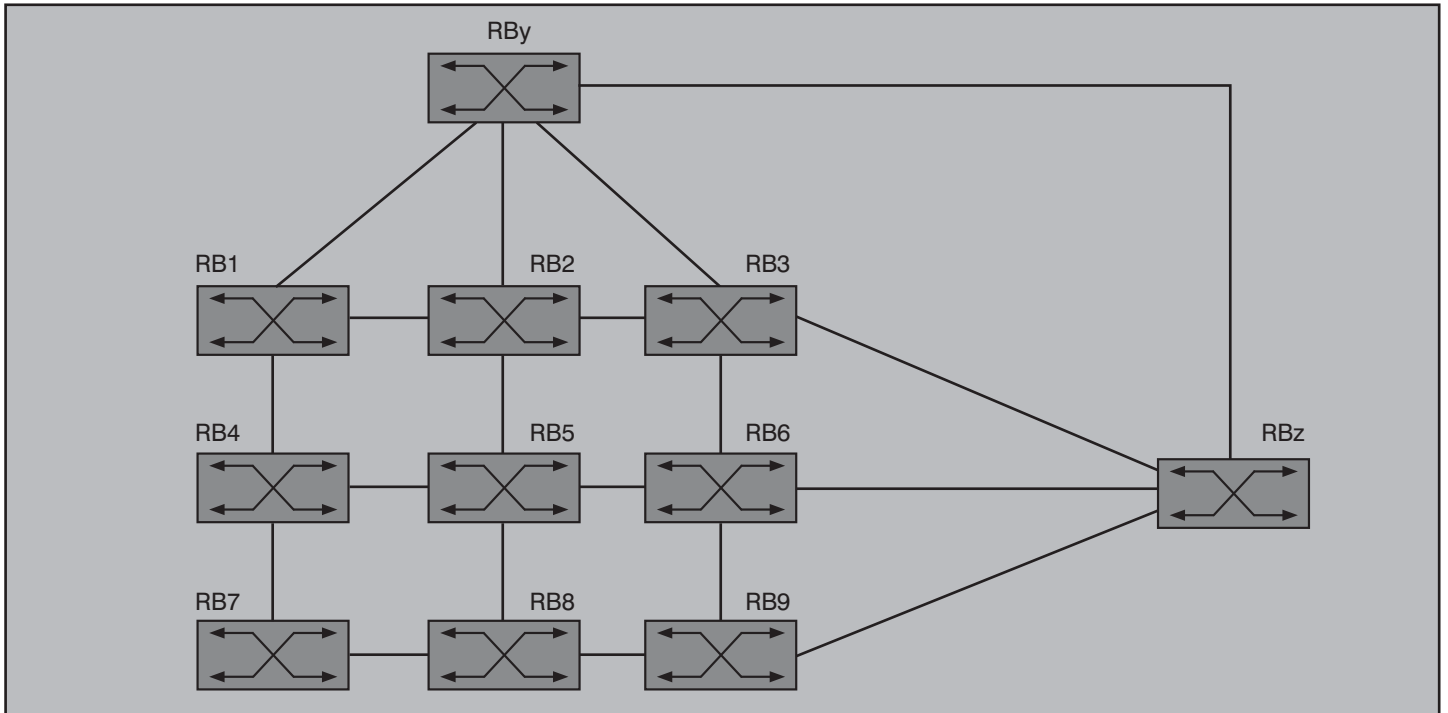


Abbildung 3.10: Stark vermaschte Topologie mit RBridges

Für Endstationen, die an RBy angebunden sind und mit Endstationen an RB1 bis RB9 kommunizieren, nutzt RBy als kostengünstigste Wege die senkrechten Verbindungen. Für Endstationen, die an RBx angebunden sind und mit Endstationen an RB1 bis RB9 kommunizieren, nutzt RBx jedoch als kostengünstigste Wege die waagrechten Verbindungen. Dies gilt gleichermaßen für Multicasts. Nehmen wir an, RBy und RBx haben jeweils einen oder mehrere Multicast Sender angebunden, zu denen es über RB1 bis RB9 beliebig verteilt angebundene Listener gibt. RBy wird dann vorzugsweise die senkrechten Verbindungen nutzen, während RBx die waagrechten nutzt. Somit verteilt sich sowohl die Unicast-Last als auch die Multicast-Last über den gesamten Layer-2 Netzverbund.

**Beispiel 3 macht besonders deutlich, dass RBridges als Alternative zu den etablierten vollredundanten Sternstrukturen völlig neue Designmöglichkeiten mit vermaschten Konfigurationen bieten!**

**Beispiel 4:** Abbildung 3.11 zeigt ein Szenario mit drei kostengleichen Wegen zwischen RB1 und RB2 sowie zwei kostengleichen Wegen zwischen RB2 und RB5. Hier kann für bekannte Unicast Adressen anstelle einer Tie-Break-Entscheidung Lastverteilung mit ECMP genutzt werden. RB1 wird den Verkehr zum Next Hop RB2 über alle drei Verbindungen verteilen, RB2 wird Verkehr zur Egress RBridge RB5 über die Next Hops RB3 und RB4 verteilen.

Alternativ zu ECMP könnten auch alle drei Verbindungen von RB1 zu RB2 mit-

**3.2 IEEE 802.1aq Shortest Path Bridging**

**Überblick**

Die IEEE Arbeitsgruppe 802.1Qaq erarbeitet seit Anfang 2006 ein Shortest Path Bridging Verfahren, das insbesondere MST, Provider Bridging, Provider Backbone Bridging (IEEE 802.1ad-2005, IEEE 802.1ah-2008) und Shared VLAN Learning noch weiter unterstützt.

Der neue Standard IEEE 802.1aq soll als Kapitel 27 und 28 in eine neue Version

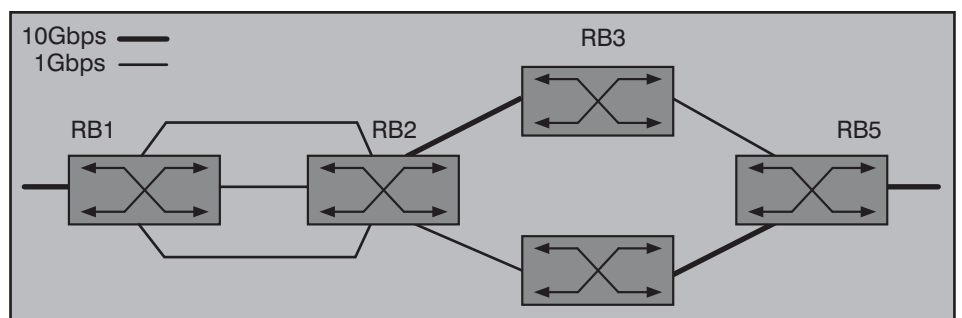


Abbildung 3.11: ECMP Lastverteilung mit RBridges

Neue Anforderungen ändern das Netzdesign: Neue Funktionen und Standards bei IEEE und IETF - Teil 2

von 802.1Q eingearbeitet werden. Nach wie vor sieht die IEEE eine Layer-2 Architektur, in der die Bridge Relay Schicht oberhalb der Adressfunktion (Lernen, Station Location), Multicast-Registrierung und VLAN-Technologie, der für den Datenverkehr aktiven Topologie mit MAC-Dienst und der physikalischen Übertragungsschicht liegt (siehe Abbildung 3.12). Wie schon beim MSTP ist ein mit Bridging gekoppelter VLAN-Verbund in Regionen unterteilbar. Anstelle einer MST-Region haben wir beim Shortest Path Bridging eine SPB-Region. Ein Layer-2 Verbund könnte somit aus mehreren MST- und SPB-Regionen gemischt aufgebaut sein. (Aus Gründen der Übersichtlichkeit und Beherrschbarkeit empfehlen wir dies allerdings nicht!)

Eine Layer-2 Verbund kann demnach in vier verschiedenen Modi betrieben werden:

- Shortest Path Bridging
- MSTP (Multiple Spanning Tree wie gehabt)
- RSTP (Ein Rapid Spanning Tree über alle VLANs)
- STP (Asbach Uralt Methode)

**Ziele**

Der Shortest Path Bridging Standard hat sich eine Reihe von Zielen gesetzt:

- a) Beschreibung, wie Shortest Paths zu nutzen sind, um das Transit Delay zu minimieren, gleichzeitig aber nur eine minimale Rate vertauschter Frames zu haben

- b) Die aktiven Topologien müssen stabil, vorhersehbar, reproduzierbar, rückwärts-kongruent und Unicast/Multicast-kongruent sein, um das Lernen von MAC Adressen aus allen Frame Source Adressen zu ermöglichen, um Layer-2 Fehler erkennen und handhaben zu können, und den allgemeinen MAC-Dienst weiterhin bereitstellen zu können.
- c) Spezifikation der Berechnung symmetrischer Shortest Path Trees (SPTs), von denen jeder seine Wurzel in einem einzelnen Switch hat, der in der SPT Region betrieben wird, wobei alle SPT Switches innerhalb einer Region kompatible SPT Protokolle betreiben.
- d) Nutzung von BPDUs, um die Grenze einer SPT Region zu bestimmen sowie eine loopfreie Interoperabilität mit RSTP und MSTP Regionen sicherzustellen
- e) Definition eines Shortest Path Bridging (SPB) für LANs und Shortest Path Backbone Bridging (SPBB) für Provider Backbones, wobei der SPT für ein Frame bei SPB mittels VLAN ID und bei SPBB mittels Source MAC Adresse zugeordnet wird und Endstationen bei SPB anhand ihrer MAC Adressen gelernt werden, bei SPBB mittels expliziter Bekanngabe in Kontrollframes gelernt werden.
- f) Unterstützung der Auswahl von CST (Common Spanning Tree), MSTI,

- g) Spezifikation eines Protokolls, das automatisch für jedes VLAN, das mit Shortest Path Bridging unterstützt wird, SPVIDs zuweist
- h) Unterstützung von Lastverteilung über Equal Cost Paths (ECMP) mittels Berechnung mehrerer SPTs und Aufteilung der VLANs auf die kostengleichen Trees
- i) Spezifikation der notwendigen Erweiterungen von IS-IS als ISIS-SPB, um mit ISIS-SPB sowohl für SPB als auch für SPBB die Shortest Path Trees berechnen zu können
- j) Beschreibung der Adressierung von ISIS-SPB Komponenten und Definition von MAC Multicast Adressen, die diese zur Kontrollkommunikation untereinander nutzen
- k) Untersuchung der potenziell auftretenden Frame-Duplizierung und Nutzung von sowohl Loop Verhinderung als auch Loop Minimierung, um Frame-Duplizierung zu vermeiden
- l) Spezifikation, wie Loopverhinderung (für SPB und für Multicast Frames bei SPBB) und Loop Minimierung (für Unicast Frames bei SPBB) genutzt wird
- m) Spezifikation eines Tree Agreement Protokolls (TAP), das Loops verhindert und im Rahmen von ISIS-SPB

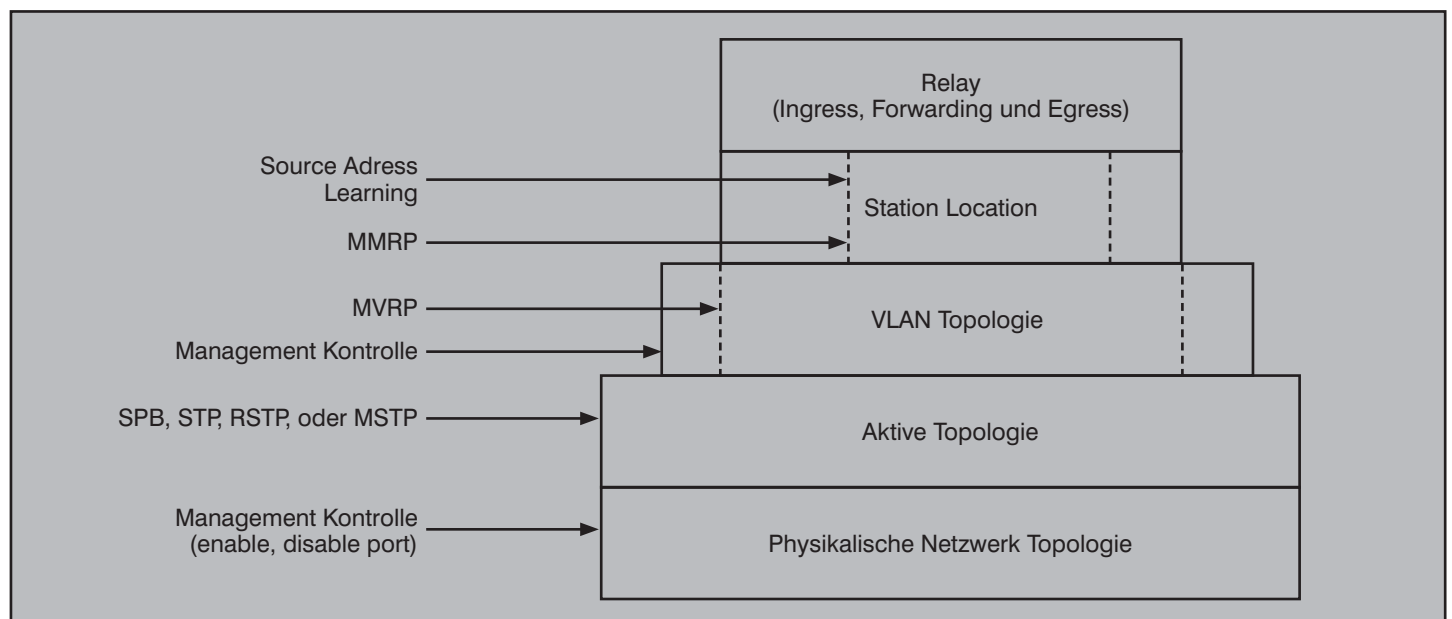


Abbildung 3.12: Architektur und Elemente eines Virtual Bridged LANs

## Neue Anforderungen ändern das Netzdesign: Neue Funktionen und Standards bei IEEE und IETF - Teil 2

abläuft, wobei die Agreement Information für den CIST und für SPTs (als Compact Digest) in jeder BPDU übermittelt wird.

**Arbeitsweise von IEEE 802.1aq**

Bei IEEE läuft im Hintergrund zur Bestimmung der aktiven Wege für Kontrollframes sowie zur Einbindung von non-SPB Switches also weiterhin der Spanning Tree als MSTP, RSTP oder STP. Für die aktive Topologie gilt wie beim Spanning Tree: Sie ist vollständig, einfach (loopfrei) und hat eine kurze und deterministische Konvergenzzeit, so dass eine maximale Verfügbarkeit erreicht wird.

Für den Transport von Unicast und Multicast Datenframes werden jedoch (im Gegensatz zu den Spanning Tree Verfahren) anhand der Kostenwerte (Portkosten) von jedem Switch ausgehend Shortest Path Trees zu allen möglichen Ziel-VLANs und Zieladressen berechnet. Hierfür wird wie bei IETF das IS-IS Protokoll (ISO/IEC 10589, RFC 1142) genutzt. Dieses wird bei IEEE Shortest Path Bridging um einige Parameter (TLVs) erweitert. Das erweiterte IS-IS heißt dann ISIS-SPB (IS-IS für Shortest Path Bridging) und wird eigene MAC Multicasts nutzen, die noch von IEEE definiert werden müssen.

Wie bei IETF werden die Shortest Path Trees VLAN-bezogen definiert, das heißt unterschiedliche VLANs können unterschiedlichen SPTs zugeordnet werden. Für VLAN-spezifisches Lernen von MAC-Adressen wird das MRP genutzt (IEEE 802.1ak-2007). Ein wesentlicher Unterschied zu IETF liegt darin, dass IEEE SPB komplett ohne Encapsulierung arbeitet. Im Gegensatz zu IETF müssen bei IEEE die Wege symmetrisch sein, somit ist sichergestellt, dass das Lernen der MAC Adressen über die Source Adressen der MAC Frames in jedem Fall funktioniert.

Jeder Shortest Path erhält als Kennung eine eindeutige SPVID (Shortest Path + VLAN ID). Um den Aufwand einer manuellen Konfiguration zu vermeiden, wird die SPVID automatisch mit einem Pseudo-Zufalls-Algorithmus auf Basis der eindeutigen Switch-ID und der VLAN ID generiert. Zuvor wartet der Switch jedoch ab, ob er einen Nachbar-Switch findet, mit dem er die Link State Datenbank (LSDB) austauschen kann, denn hier sind alle bereits vergebenen SPVIDs abgespeichert. Durch den LSDB Abgleich können SPVID-Konflikte im Vorfeld vermieden werden. Hat der Switch nach dem Datenbank-Abgleich seine eigenen SPVIDs generiert, so sendet er Link State PDUs, in denen er die neuen SPVIDs den anderen Switches mit-

teilt. Tritt dabei dann doch noch ein Konflikt mit einer SPVID auf, so muss sich derjenige Switch eine neue SPVID suchen, der die niedrigere Bridge Priorität hat.

Zum Aushandeln der Shortest Path Trees nutzen die Switches ein Tree Agreement Protokoll (TAP; in früheren Drafts Tree Assignment Protocol), das innerhalb einer SPB Region bei allen Bridges / Switches dasselbe sein muss. Das TAP dient gleichzeitig zur Loop Minimierung (Loop Mitigation). Im LAN können kostengleiche SPTs nur indirekt über mehrere unterschiedliche VLANs lastverteilt genutzt werden, da einem einzelnen VLAN stets maximal ein SPT zugewiesen werden kann. In Provider Backbones ist diese Beschränkung aufgehoben.

Wie wird bei kostengleichen Wegen ein Shortest Path eindeutig und symmetrisch festgelegt? Der Weg erhält als PATHID eine sortierte Liste der System-Adressen (Sys-IDs) aller beteiligten Switches. Auch die IEEE nutzt hierfür die 2 Byte Nicknames aus IS-IS. Ein Weg gilt als kürzer, wenn seine Liste weniger Elemente enthält als die des Vergleichsweges, z.B.

PATHID A	<	PATHID B wenn
Liste A	<	Liste B
{9, 15, 22}	<	{7, 8, 9, 10, 22}

Haben zwei Wege die gleiche Länge, so gilt der Weg als kürzer, dessen Systeme die Elemente mit den niedrigeren Werten haben, z.B.

{9, 15, 22, 99}	<	{9, 15, 22, 100}
-----------------	---	------------------

**Sicherheit**

IEEE empfiehlt, dass für Shortest Path Bridging 802.1AE MAC Security eingesetzt wird, insbesondere für den Kontrollverkehr. Somit können nur authentifizierte und autorisierte Switches (Bridges) am Shortest Path Verbund und am Shortest Path Protokoll teilnehmen.

**IEEE versus IETF**

IETF wirft der IEEE 802.1aq SPB Arbeitsgruppe vor, dass

- IEEE zu viel Zeit benötigt,
- die eingesetzten Verfahren zu komplex sind (weil absolute Nischenfunktionen wie Shared VLANs immer noch weiter berücksichtigt werden)
- 802.1aq weniger effizient arbeitet als möglich wäre

IEEE wirft der RBridge Spezifikation von IETF vor dass

- keine 100 Prozent Kompatibilität zu vorhandenen VLAN-Verfahren gegeben ist (S-VLAN, B-VLAN)
- nicht sichergestellt werden kann, dass R Bridges alle neuen Funktionen der AVB (Audio / Video Bridging) und DCB (Data Center Bridging) Arbeitsgruppen unterstützt werden
- somit die Kompatibilität mit zukünftigen Versionen von IEEE 802.1Q nicht sichergestellt ist
- Provider Bridging und Provider Backbone Bridging nicht unterstützt wird (B-VLAN)

**Fazit**

**Aktuell macht der RBridge Entwurf von IETF den weiter fortgeschrittenen Eindruck als IEEE 802.1aq und bietet bessere Möglichkeiten bei der Lastverteilung. Dafür entsteht Encapsulierungs-Overhead. IEEE bietet zwar volle Rückwärtskompatibilität zu allen VLAN-Funktionen (S-VLAN, B-VLAN), das Verfahren erscheint im jetzigen Entwurf aber komplexer als IETF R Bridges. Wünschenswert wäre ein konsolidiertes Verfahren, das IETF und IEEE gemeinsam verabschieden. Problematisch wird es für die Netzbetreiber, wenn beide Verfahren zueinander inkompatibel sind und eine Klärung des Marktes abgewartet werden muss.**

**4. Herausforderungen im Rechenzentrum**

Rechenzentrums-Umgebungen stellen mit der betriebenen Vielzahl und Vielfalt an Servern und Applikationen eine hohe Herausforderung dar. Sowohl für Client-Server-Kommunikation als auch insbesondere für Server-Server-Kommunikation sieht sich der Betreiber mit massiv steigenden Durchsatzraten und immer schnelleren Zugriffszeiten konfrontiert. Der Trend geht massiv in Richtung 10 Gbit Ethernet Anbindung für Server. Bis jetzt hat sich jedoch hierfür nicht der neuere 10GBASE-T Standard (IEEE 802.3an) sondern eher der alte Twinax Standard 10GBASE-CX4 (IEEE 802.3ak) oder der relativ kostengünstige MMF Standard 10GBASE-SR (IEEE 802.23ae) durchgesetzt. Dies liegt insbesondere an dem hohen Stromverbrauch von 10GBase-T. Mögliche Längen, Kabeltypen und Stromverbrauch sind in Abbildung 4.1 zusammengefasst.

Moderne große Rechenzentren sind inzwischen in einer mehrstufigen Server-Hierarchie aufgebaut (siehe Abbildung 4.2).

Neue Anforderungen ändern das Netzdesign: Neue Funktionen und Standards bei IEEE und IETF - Teil 2

10G Optionen					
Connector (Medium)	Kabel	Distanz	Power (jede Seite)	Transceiver Latenz (Link)	Standard
SFP + CU Kupfer	Twinax	<10m	~0.1W	~0.1µs	SFF 8431
X2 CX4 Kupfer	Twinax	15m	4W	~1µs	IEEE 802.3ak
SFP + USR MMF, Ultra Short Reach	MM OM2 MM OM3	10m 100m	1W	~0	keine
SFP + SR MMF, Short Reach	MM OM2 MM OM3	82m 300m	1W	~0	IEEE 802.3ae
RJ45 10GBASE-T Kupfer	Cat6 Cat6a/7 Cat6a/7	55m 100m 30m	~6W ~6W ~4W	2.5µs 2.5µs 1.5µs	IEEE 802.3an

Abbildung 4.1: Möglichkeiten zur Anbindung mit 10 Gbit Ethernet

Die Front End Ebene bilden Web-, Applikations- und Datenserver mit direkt angeordneten Speichermedien (DAS). Diese Server werden über die RZ-Zugangs-Switches von den Client-Systemen direkt zugegriffen. Die Mittlere Ebene bilden Datenbanken und NAS-Systeme für den Zugriff auf gemeinsame, ausgelagerte Dateibestände. Front End und Mittlere Ebene nutzen im Regelfall Ethernet als MAC-Verfahren. Den Back End Bereich bilden die

verse Speicher-Peripherie-Komponenten zusammen mit den Servern, die zur Verwaltung dieser Speicher-Peripherie erforderlich sind.

Vielfach kommt hier wegen der Anforderung nach verlustfreiem Blockzugriff Fibre Channel als völlig eigenständiges MAC-Verfahren zum Einsatz. iSCSI (SCSI über TCP/IP) wäre auf der Basis von 10 Gbit Ethernet oder höheren Datenraten (40G,

100G) eine Alternative, hat sich aber bisher wenig durchgesetzt.

Weitere Verfahren, insbesondere auch in der Interprozess-Kommunikation (IPC) und High Performance Kommunikation (HPC, HPCC) sind InfiniBand (IB), InfiniPath, HiPPI und andere Herstellerverfahren. Hinzu kommt der steigende Einsatz von Bladeserver Technik (s.a. Abbildung 4.3), wobei der typische Blade Server bis

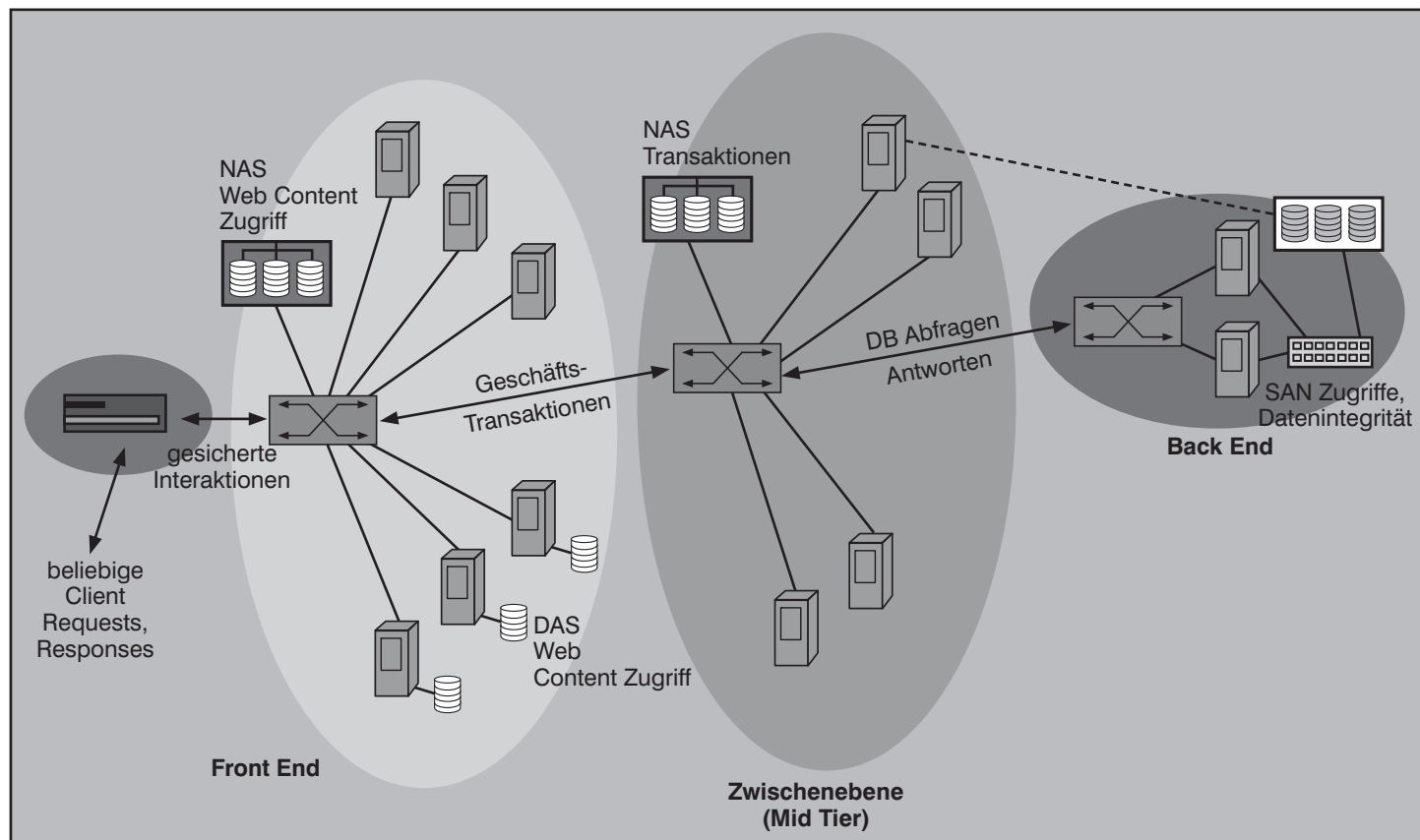


Abbildung 4.2: Server-Hierarchie im modernen Rechenzentrum

Neue Anforderungen ändern das Netzdesign: Neue Funktionen und Standards bei IEEE und IETF - Teil 2

zu 6 NIC-Interfaces, optionale SAN-Anschlüsse und optionale HPC-Anschlüsse (z.B. IB) hat. In vielen Blade-Chassis werden die einzelnen Serveranschlüsse nicht mehr mit Passthrough durchverbunden sondern mittels Blade Switches zusammengefasst. Somit kommen über die Blade Center neue Ethernet und FC Switches in das Layer-2 RZ-Netzwerk hinein. Eine Blade-Chassis-Übersicht zeigt Abbildung 4.4. Sowohl für standalone Server- / Speicher-Komponenten als auch für Blade Komponenten ist daher eine Konsolidierung der eingesetzten MAC-Technologien aus Gründen des Know How Aufbaus, der Ersatzteilhaltung und der Hardwarekosten hochgradig wünschenswert. Die einzige MAC-Technologie, die sich derzeit ernsthaft zur Konsolidierung anbietet, ist IEEE 802.3 Ethernet. WLAN ist in seinem Leistungsumfang und hinsichtlich Stabilität viel zu weit von den gestellten Anforderungen entfernt, FC und IB sind zu teuer, haben zu wenig Gesamtmarktanteil und sind nicht universell einsetzbar – oder können Sie sich vorstellen, Ihren PC mit einem FC-NIC auszustatten?

Für die weiter wachsende Serverzahl und deren Strom- und Klimabedarf kommt zunehmend Virtualisierungs-Technologie zum Einsatz, die wiederum wegen der beliebigen Umzüge virtueller Maschinen zu großen Layer-2 Bereichen führt, die teilweise standortübergreifend mit VLAN-Technik über zwei oder mehr Rechenzentren hinweg konfiguriert werden müssen.

Diese massiven Entwicklungen im RZ- und Servermarkt führen zu weiteren Anforderungen an die Switching Infrastruktur, die in Teil 1 eingangs bereits erwähnt wurden:

- Echtzeit-Anforderungen im RZ (SAN)
- Konsolidierung von Backend-Netzen (Ethernet, Fibre Channel, InfiniBand)
- Steigender Einsatz von Layer-2 Verfahren
- Zunehmende Größe von Layer-2 Bereichen im RZ / Data Center
- Für Katastrophen-Eignung: Ausdehnung von Layer-2 Redundanz über Standortgrenzen hinweg

Diesen Anforderungen widmet sich eine neue IEEE Arbeitsgruppe, die DCB TG.

**4.1 Die Task Group DCB: Data Center Bridging für RZ und Backend**

Die DCB TG arbeitet unter IEEE 802.1 und spezifiziert Erweiterungsfunktionen für Layer-2 Switches (Bridges), die die speziellen Anforderungen von Rechenzentren und Speichernetzwerken berücksichtigen und eine Konvergenz von Fibre Channel

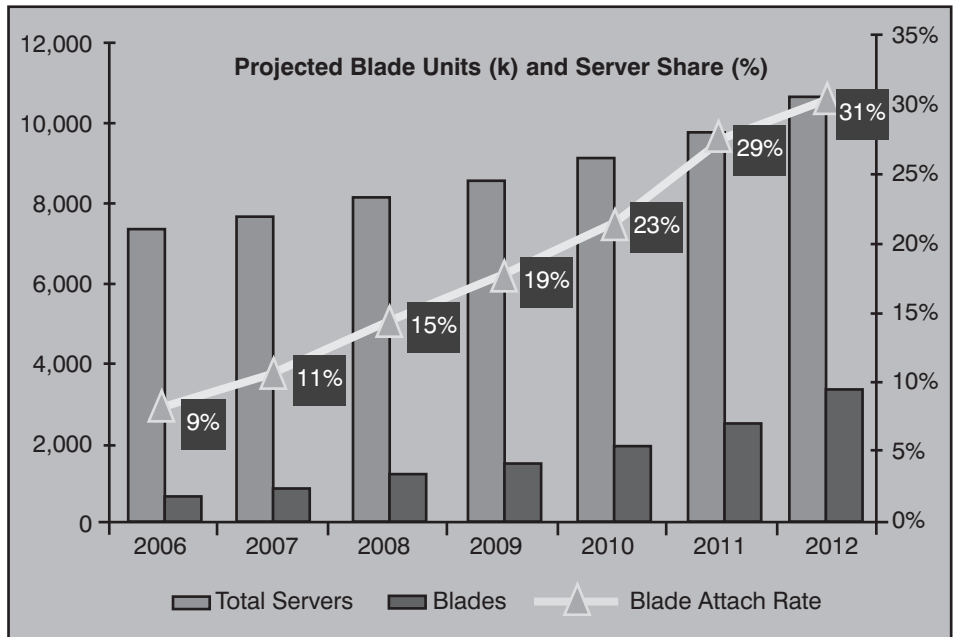


Abbildung 4.3: Geschätztes Blade Server Wachstum und Blade Server Marktanteil

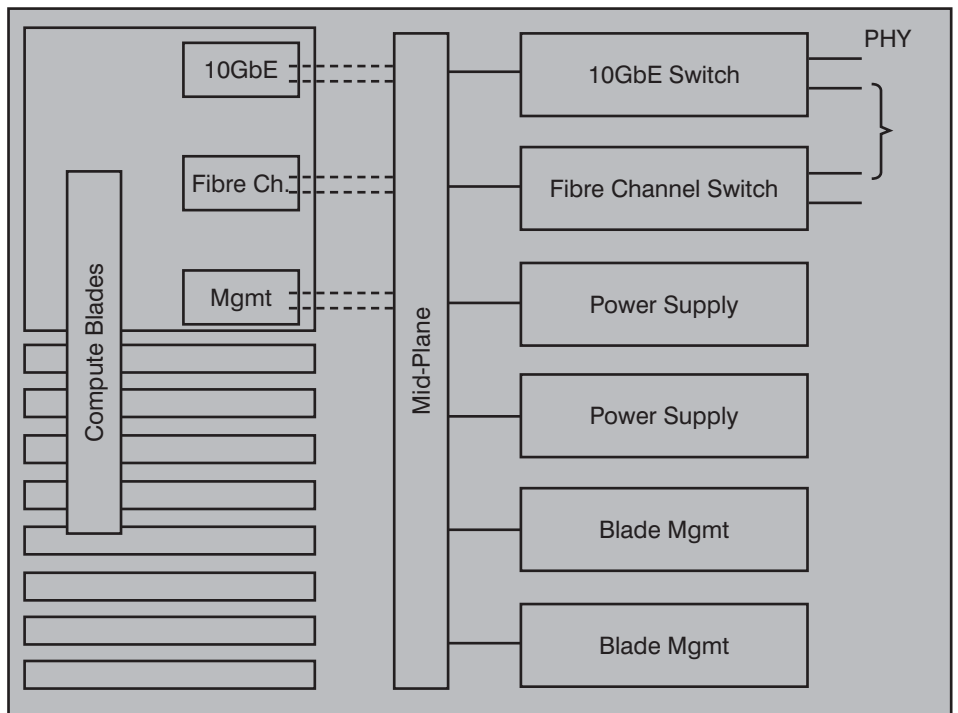


Abbildung 4.4: Komponenten in einem Blade-Chassis

(FC) und InfiniBand (IB) auf Ethernet als gemeinsamem Medium ermöglichen sollen. Es gibt eine Reihe anderer Namen von DCB Herstellerlösungen wie DCE (Data Center Ethernet), CEE (Converged Enhanced Ethernet) oder „Lossless Ethernet“. Interessanterweise sind die neuen Funktionen jedoch nicht unter IEEE 802.3 sondern unter IEEE 802.1 angesiedelt, da es sich um Funktionen handelt, die beim

Bridge Relay oder „oberhalb“ des reinen MAC-Dienstes angewendet werden. Eine Übersicht über die Aktivitäten der DCB Task Gruppe sowie die von DCB genutzten Basis-Standards zeigt Abbildung 4.5.

Die wesentlichen neuen Funktionen, die die DCB TG standardisiert, sind:

- Congestion Notification (CN), die auf

## Neue Anforderungen ändern das Netzdesign: Neue Funktionen und Standards bei IEEE und IETF - Teil 2

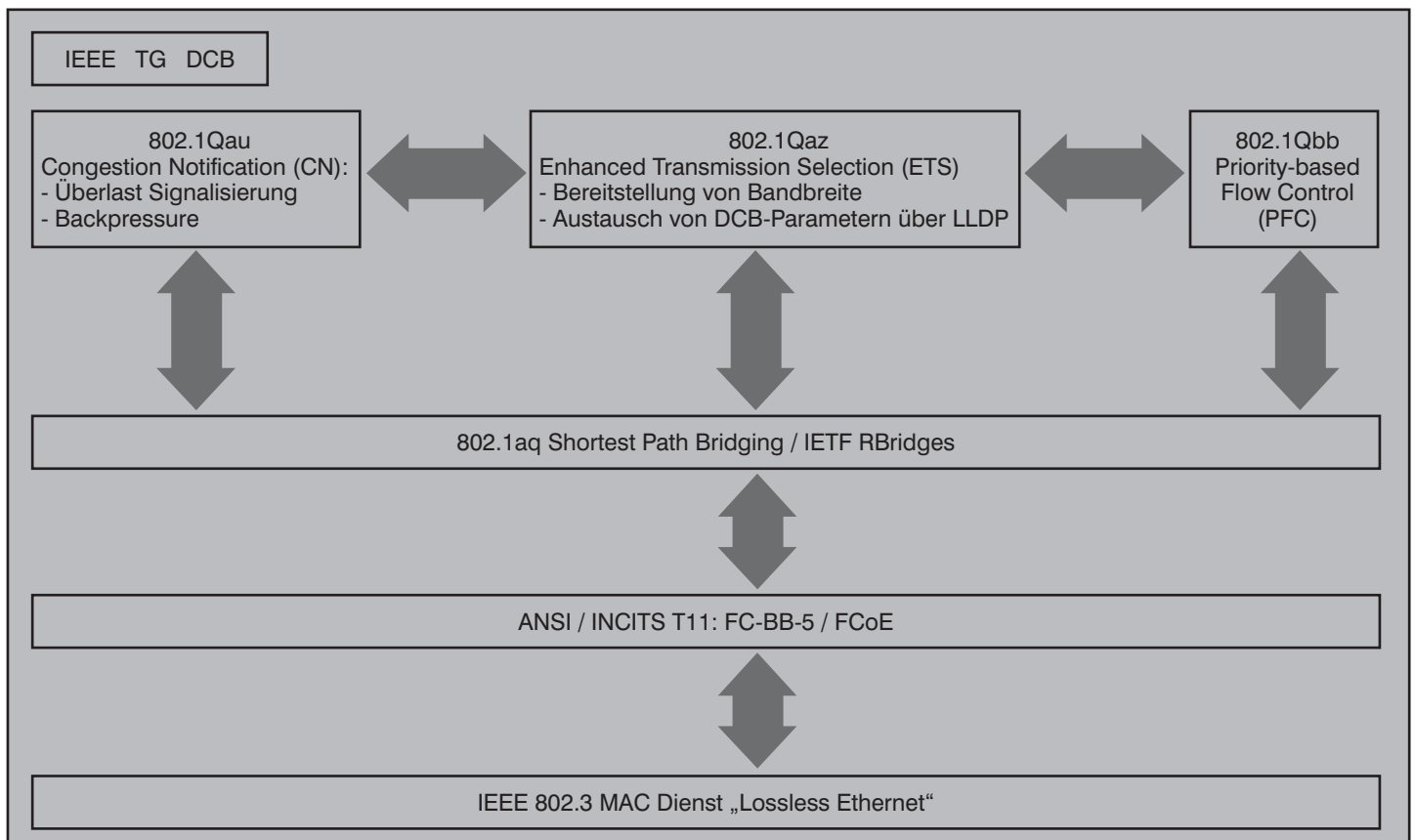


Abbildung 4.5: Übersicht über die Data Center Bridging Task Group Aktivitäten

Link-Ebene ein Ende-zu-Ende Überlast Management für Protokolle bereitstellt, die hierfür keine Mechanismen vorsehen wie z.B. FCoE. Zusätzlich wird auch eine Verbesserung für TCP/IP Anwendungen erwartet, da CN auf Ethernet Ebene sehr viel schneller auf Überlast reagiert und so die Paketwiederholungen für TCP deutlich verringern sollte.

- Priority Based Flow Control (PFC) stellt auf Link-Ebene einen Flusskontrolle-Mechanismus bereit, der für jeden (MAC)-Prioritätswert separat kontrolliert werden kann. Die Zielsetzung von PFC ist es, auch bei Überlasten in DCB-Netzen die Verlustrate bei 0% zu halten.
- Enhanced Transmission Selection (ETS) arbeitet komplementär zu CN und PFC und stellt einen Management-Rahmen bereit, verschiedenen Verkehrsklassen (wiederum erkennbar durch verschiedene Prioritätswerte) eine bestimmte Bandbreite zuzuordnen.
- Zur Automatisierung und besseren Handhabung der neuen Funktionen wird als Management-Protokoll das DCBCXP (Data Center Bridge Capability eXchange Protocol) spezifiziert, mit

dem sich DCB-Komponenten gegenseitig erkennen können und ihre jeweiligen Parameter austauschen können. So soll

eine konsistente Konfiguration im gesamten DCB-Netzwerk unterstützt und sichergestellt werden.

## Report



### Neuerscheinung August 2009 Konsolidierung im Rechenzentrum - Welche Netzwerk-Technologie wird gewinnen?

Dieser hochaktuelle Report von Dr. Franz-Joachim Kauffels bietet dem Leser folgende wichtige Hilfestellungen für seine Projekt-Entscheidungen:

- Alle wesentlichen in der Diskussion befindlichen Technologien werden beschrieben, analysiert und diskutiert
- Vor allem die auch mit neuen Standards bestehenden Schwachstellen werden heraus gearbeitet und aufgezeigt

Dieser Report liefert eine unverzichtbare und elementare Hilfe in der Analyse der verschiedenen Technologien und ebnet den Weg zu einer zukunftssicheren Entscheidung für die richtige Kommunikations-Technologie im Rechenzentrum.

Referenten: Dr. Franz-Joachim Kauffels

Preis: € 398,- zzgl. 7% MwSt. und Versand



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

## Neue Anforderungen ändern das Netzdesign: Neue Funktionen und Standards bei IEEE und IETF - Teil 2

**Die Sache mit der Flusskontrolle**

Es ist ja nicht etwa so, als ob Ethernet mit IEEE 802.3x derzeit nicht über eine - wenn auch bewusst sehr einfach gehaltene - Link Level Flusskontrolle (LLFC) verfügen würde. Allein, bei den gestiegenen Anforderungen von Echtzeit- und Data Center Anwendungen an Antwortzeit, Reihenfolge-Beibehaltung und Verlustfreiheit bietet die bestehende Flusskontrolle keine Verbesserung des Leistungsverhaltens mehr. Warum ist das so? IEEE 802.3x ist ein einfacher XON/XOFF Mechanismus, der bei Überlast der upstream Gegenseite ein XOFF sendet (PAUSE Frame) und so den eigenen Pufferüberlauf verhindert, der zum Verwerfen von Frames führen würde. Das PAUSE Frame hält globalgalaktisch den gesamten Verkehr der Gegenseite an (siehe auch Abbildung 4.6) mit der Konsequenz, dass hier die Puffer ebenfalls zulaufen und die Überlast sich upstream als Dominoeffekt auf eine steigende Anzahl Sekundär-Switches ausbreitet, die dann ihrerseits PAUSE Frames an die upstream Nachbarswitches senden und so fort, wie in Abbildung 4.7 gezeigt. Insbesondere die Sekundär-Bottlenecks als Folge einer ursprünglichen Überlast sind extrem unerfreulich, da sie auch die Weiterleitung von Frames blockieren, die gar nicht durch den primären Bottleneck zu senden wären. Was im Nachgang wiederum die gesamte Überlast in die Höhe treibt und zu tertiären Bottlenecks führen kann usw. Daher sollte eine Sekundär-Überlast auf jeden Fall vermieden werden.

Bei der aktuellen Link Level Flusskontrolle erfolgt keine Abstufung und Berücksichtigung von VLAN- und Prioritäts-Tags. Somit wirkt ein XOFF insbesondere kontraproduktiv bei Voice-Paketen, SAN-Frames wie FC oder IB und Kontroll-Frames wie LACP oder BPDUs. Wer jemals selbst die durch PAUSE verursachten Hänger einer Voice-Verbindung durchlitten hat, wird verstehen, warum die Ethernet Flusskontrolle in vielen Netzen ausgeschaltet ist. Zur Abhilfe spezifiziert die IEEE nun zwei neue Funktionen: als Stufe 1 eine Überlast-Anzeige (CN), als Stufe 2 wiederum Flusskontrolle, diesmal jedoch gezielt für einzelne Verkehrsklassen (=Prioritätswerte), die für die Überlast verantwortlich sind und on hold gesetzt werden, während andere Verkehrsklassen unbehelligt weiterarbeiten können.

**Lossless Ethernet Stufe 1:  
IEEE 802.1Qau Congestion  
Notification (CN)**

Im Rechenzentrums-Umfeld wird den einzelnen Zugriffen (Flows) unterstellt, sie seien langlebig genug, um den Overhead einer Überlast-Anzeige zu rechtfertigen (es

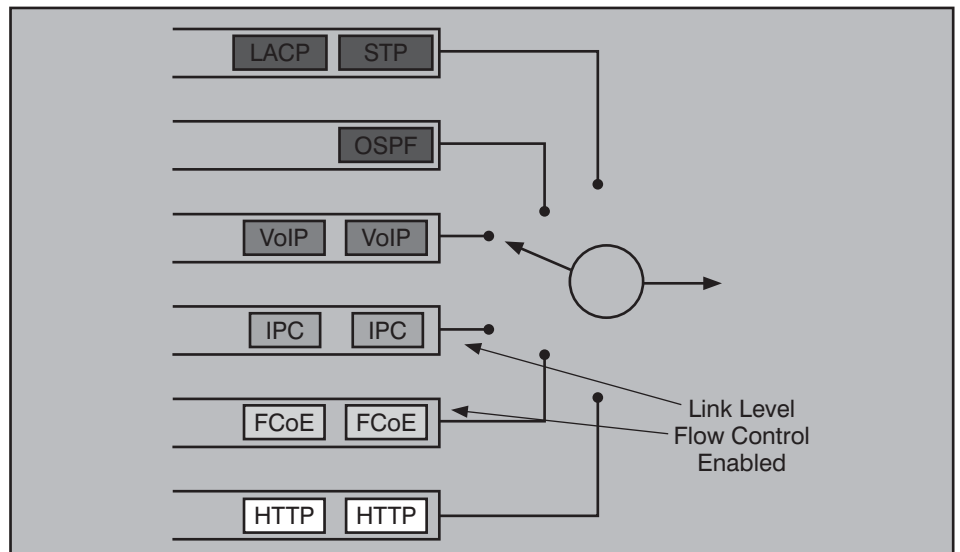


Abbildung 4.6: Flusskontrolle mit IEEE 802.3x PAUSE

bringt nämlich gar nichts, wenn eine Überlast angezeigt wird, die eigentliche Last aber so burstartig auftritt, dass sie bis zur Reaktion auf die Überlast-Anzeige schon längst wieder beendet ist). Da die Überlast-Anzeige auf Layer-2 erfolgt, funktioniert sie (im Vergleich zu TCP) sehr schnell und vermeidet im Vorfeld den kompletten Puffer-Überlauf und somit den Bedarf zum Senden eines PAUSE Frames.

Die IEEE 802.1Qau TG arbeitet seit September 2006 und spezifiziert (zukünftig als Clause 30 bis 33 in 802.1Q) sowohl für Switches (Bridges) als auch für Endgeräte eine Überlast-Anzeige und als Reaktion ein Quantized Congestion Notification (QCN) Backthrottle Verfahren zur schrittweisen Reduzierung der Senderate, wie

Abbildung 4.8 zeigt. Eine Layer-2 Überlastkontrolle, die dem primären Bottleneck ermöglicht, die Senderaten genau derjenigen Frames zu reduzieren, die durch den primären Bottleneck gesendet werden, minimiert die sekundären Bottlenecks oder vermeidet sie sogar vollständig. Der Standard IEEE 802.1Qau wird so definiert, dass die Überlastkontrolle unabhängig davon funktioniert, ob Flusskontrolle mittels PAUSE Frames aktiviert ist oder nicht.

Zur Umsetzung der Überlastkontrolle werden so genannte Congestion Controlled Flows (CCF) eingeführt, auf die CN angewendet wird. Non-CCF Verkehr kann mit minimaler Auswirkung auf die CCFs parallel bearbeitet werden. Selbstverständlich werden diese CCFs im Zusammen-

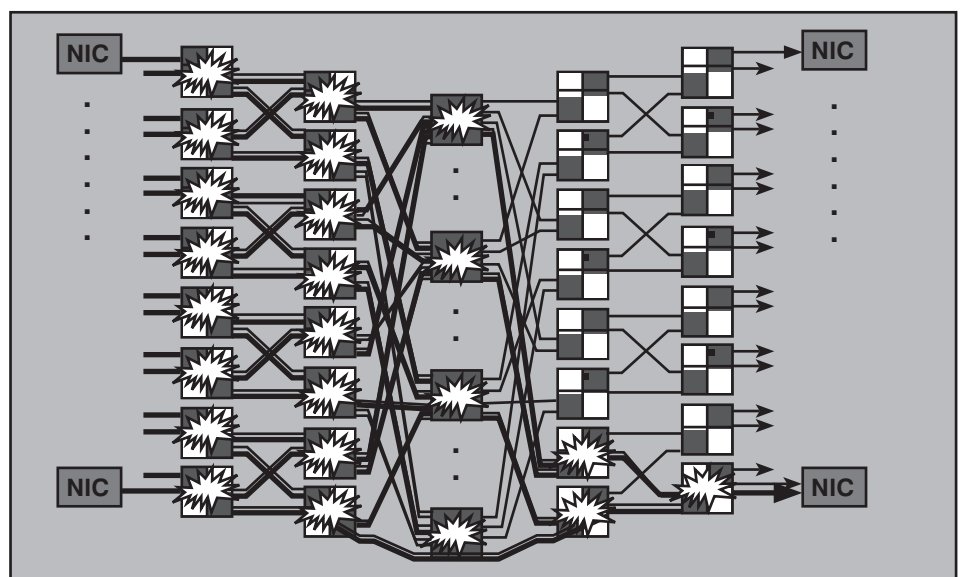


Abbildung 4.7: Bottleneck-Explosion als Folge der PAUSE Frames

Neue Anforderungen ändern das Netzdesign: Neue Funktionen und Standards bei IEEE und IETF - Teil 2

hang mit den VLANs und Prioritätswerten behandelt, zu denen sie gehören, d.h. CN wird für einen bestimmten CCF\_x mit einem bestimmten Prioritätswert\_y in einem bestimmten VLAN\_Z signalisiert.

Im Überlastfall gibt es einen Congestion Point (CP), das ist der Switch, der an einem oder mehreren Ports die Überlast hat, und einen oder mehrere Reaction Points (RP), das sind die Sender, die die Überlast durch zu hohe Senderaten verursacht haben. Der CP klassifiziert den oder die RPs, indem er bei Pufferüberlast Frames aus dem Puffer sampelt und deren MAC Source-Adresse als Verursacher der Überlast einstuft.

Zur Übermittlung der CN-Informationen spezifiziert der Standard ein Link Level Flow Control Congestion Notification Protokoll (LLFC CNP), das jede CN-fähige Komponente unterstützt. Ein Congestion Point sendet über das CN Protokoll Congestion Notification Nachrichten (CNM), so genannte LLFC CNPDUs, an den oder die Reaction Points. Die zwischen Überlast-Switch und Sender liegenden Switches reichen die CNMs lediglich in Richtung Sender durch.

Die CNMs führen zu einer Aktivierung der Ratenlimitierung bei genau den CCFs bzw. Sendern, die die Überlast verursacht haben, wie in Abbildung 4.9 dargestellt ist: Wird eine gesetzte Auslastungsschwelle der Empfangspuffer eines Switches für einen oder mehrere Ports erreicht, wird der Switch zum CP, ein oder mehrere Upstream Sender wird zum RP. Der CP zeigt dem jeweiligen RP Sender (Source) Überlast an, worauf der Rate Limiter (RL) im RP die Senderate auf eine durch die Überlastanzeige vorgegebene Ratenlimitierung herunterregelt. Reicht das nicht aus, erfolgt eine erneute Überlast-Anzeige mit erneuter Drosselung der Senderate und so weiter. Entspannt sich die Puffer-Auslastung, so wird die Ratenlimitierung implizit durch das Wegbleiben der Überlast-Anzeige aufgehoben, die RL in den RPs können daraufhin die Senderate schrittweise wieder erhöhen.

Wie funktioniert das QCN Backthrottle Verfahren? Hierfür definiert der Standard eine Congestion Point Dynamik und eine Rate Limiter / Reaction Point Dynamik. Die CP Dynamik ist ein Mechanismus, mit dem ein Switchpuffer, der an einer überlasteten Verbindung angeschaltet ist, eingehende Frames sampelt und CNMs als Feedback Nachrichten an die Verursacher-Source des gesampelten Frames generiert. Die RL / RP Dynamik ist ein Mechanismus, mit dem ein Rate Limiter, der

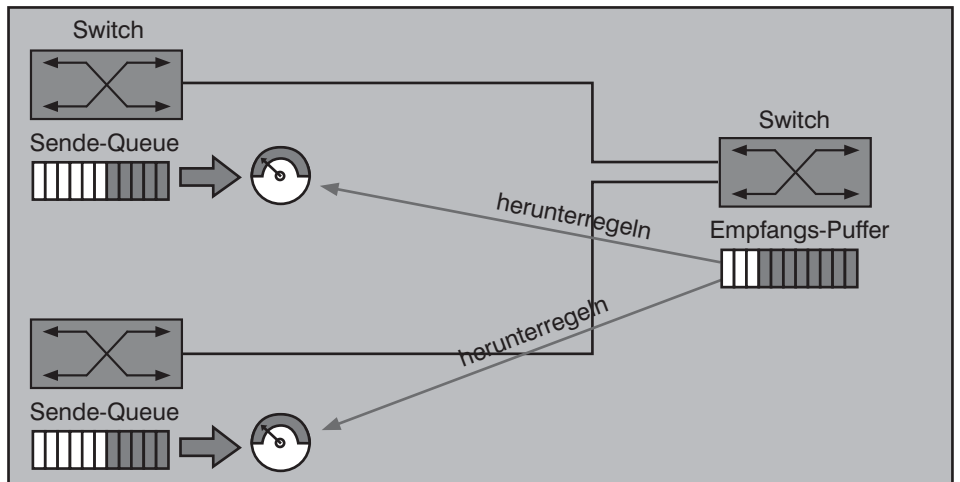


Abbildung 4.8: Backthrottle Verfahren bei IEEE 802.1Qau Congestion Notification

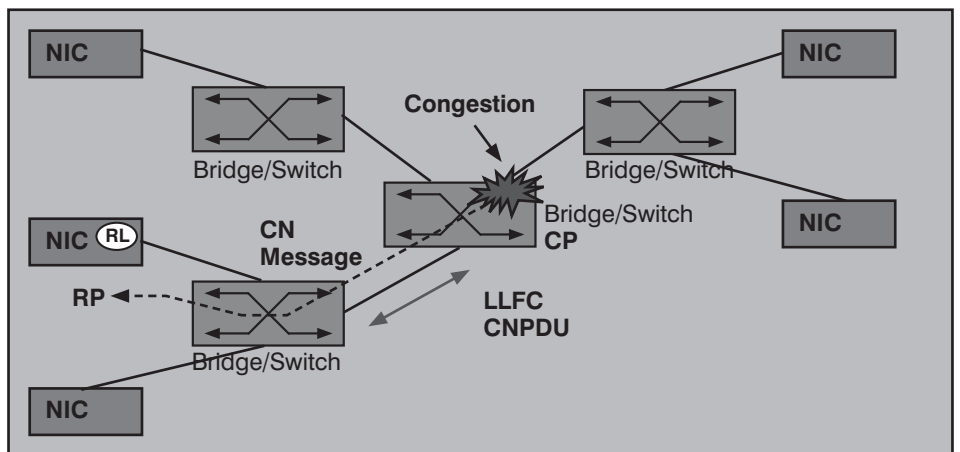


Abbildung 4.9: Ablauf der Congestion Notification

mit der Source assoziiert ist, seine Senderate auf Basis der Informationen der Feedback Nachrichten drosselt, die er vom CP erhalten hat. Wenn sich die Überlast entspannt hat, erhöht der Rate Limiter in einer ersten Stufe die Senderate eigenständig, um die eingebüßte Bandbreite wieder herzustellen, in einer zweiten Stufe kann er zusätzliche Bandbreite anfragen.

Auch wenn das nicht in jedem Herstellerprodukt gegeben ist, unterstellt der Standard, der CP sei ein Switch mit idealem

Ausgangs-Puffer. Das Ziel des Congestion Point ist es, mit einer Pufferauslastung zu arbeiten, die einen per Konfiguration festgelegten gewünschten Wert  $Q_{eq}$  hat, der als ausgeglichene Last gilt. Der Standard sieht hier als Default einen Belegwert von 20% der Puffergröße. Der CP berechnet nun regelmäßig den Überlast-Wert  $F_b$ , sampelt abhängig von der Schwere der Überlast mehr oder weniger eingehende Frames und sendet den Wert  $F_b$  in einer Feedback Nachricht an die MAC-Source des gesampelten Frames. Sei nun

$Q$  = aktuelle Puffer-Auslastung (Warteschlangen-Länge) und  
 $Q_{old}$  = Auslastung bei der letzten Feedback Nachricht

Dann werden die Überschreitung der gewünschten Puffer-Auslastung  $Q_{off}$  und die Senderaten-Überschreitung  $Q_s$  berechnet als

$Q_{off} = Q - Q_{eq}$  (Default  $Q_{eq} = 20\%$ )  
 $Q_s = Q - Q_{old}$

Der Feedback-Wert  $F_b$  ergibt sich mit

$F_b = (Q_{off} - w Q_s)$ , mit  $w$  = nicht-negative Konstante (Default:  $w = 2$ )

Neue Anforderungen ändern das Netzdesign: Neue Funktionen und Standards bei IEEE und IETF - Teil 2

Die Formel erklärt sich folgendermaßen: F<sub>b</sub> erfasst eine Kombination von Überschreitung der Warteschlangenlänge (Puffer-Auslastung) und Senderaten-Überschreitung. Tatsächlich beschreibt die Formel  $Q_d = Q - Q_{old}$  die Warteschlangenlänge als Input Rate minus Output Rate. Daraus ergibt sich für negative F<sub>b</sub>-Werte: Entweder ist der Puffer oder die Verbindung oder beides überbucht. Der Wert F<sub>b</sub> wird als 6-Bit Feld dargestellt, die einzelnen Bitwerte repräsentieren also jeweils 1/64 des Werte-Intervalls von F<sub>b</sub>. Mit dem Default-Wert 20% für Q<sub>eg</sub> ergibt sich für F<sub>b</sub> ein Wertebereich von -2,80 bis +2,20.

Die Senderaten-Anpassung wird auf der Basis zweier Werte berechnet, der Current Rate CR (das ist die Rate, mit der der RL gerade sendet) und der Target Rate TR (das ist die Rate, die genau vor Eintreffen der letzten Feedback Nachricht galt). Die Drosselung der Senderate erfolgt nach der Formel

$$CR \leftarrow CR(1 - G_d |F_b|)$$

$$TR \leftarrow CR$$

wobei G<sub>d</sub> so gewählt wird, dass  $G_d |F_{bmax}| = 1/2$  d.h. die Senderate kann maximal um 50% reduziert werden

Für den Fall, dass F<sub>b</sub> den Wert -2,80 hat, ergibt sich für G<sub>d</sub> die Konstante 0,17857. Die Dies bedeutet z.B. bei einer Senderate von 80 M folgende Reduzierungsschritte:

Schritt 1

$$CR = 80 \text{ M}, \quad F_b = -2,8$$

$$[TR = 80 \text{ M}]$$

$$CR = 80 \text{ M} * (1 - 0,17857 * |-2,8|)$$

$$= 80 \text{ M} * 0,5$$

$$= 40 \text{ M}$$

Schritt 2

$$CR = 40 \text{ M}, \quad F_b = -2,8$$

$$TR = 80 \text{ M}$$

$$CR = 40 \text{ M} * (1 - 0,17857 * |-2,8|)$$

$$= 40 \text{ M} * 0,5$$

$$= 20 \text{ M}$$

In weiteren Schritten sinkt CR auf 10M, 5M, 2,5M, 1,25M usw. Das bedeutet, in 5 Schritten kann die Senderate bei maximaler Drosselung auf 3,12 Prozent der ursprünglichen Rate heruntergeregelt werden.

Das Anheben der Senderate erfolgt in zwei Stufen, die erste ist von BIC-TCP übernommen und heißt Fast Recovery (FR), die zweite heißt Active Increase (AI). Fast Recovery besteht aus 5 Zyklen während derer der RL jeweils 150 KBytes sendet (das entspricht 100 Paketen à 1500

Byte). Am Ende jedes Zyklus bleibt TR unverändert und CR wird nach der Formel berechnet

$$CR \leftarrow \frac{1}{2} (CR + TR)$$

Durch diese Formel erfolgt eine logarithmische Anpassung an die vor der Ratenlimitierung vorhandene Senderate (s.a. Abbildung 4.10). Für das obige Beispiel würden die 5 Zyklen Fast Recovery nach der ersten Reduzierung so verlaufen:

$$TR = 80 \text{ M}$$

$$CR = 40 \text{ M}$$

Schritt 1 bis Schritt 5

$$CR \leftarrow 0,5 * (40 \text{ M} + 80 \text{ M}) = 60 \text{ M}$$

$$CR \leftarrow 0,5 * (60 \text{ M} + 80 \text{ M}) = 70 \text{ M}$$

$$CR \leftarrow 0,5 * (70 \text{ M} + 80 \text{ M}) = 75 \text{ M}$$

$$CR \leftarrow 0,5 * (75 \text{ M} + 80 \text{ M}) = 77,5 \text{ M}$$

$$CR \leftarrow 0,5 * (77,5 \text{ M} + 80 \text{ M}) = 78,75 \text{ M}$$

Im Anschluss an die Fast Recovery kann der RP mit Active Increase beginnen, indem er weitere Bandbreite anfragt. Hierfür werden Zyklen von 50 bis 100 Frames genutzt. Ist die Feedback Antwort positiv, passt der RL die Senderaten TR und CR wie folgt an:

$$TR \leftarrow TR + R_{AI} \quad \text{mit } R_{AI} = \text{konstant, Default: } R_{AI} = 5 \text{ Mbps}$$

$$CR \leftarrow \frac{1}{2} (CR + TR)$$

Die Active Increase Phase nähert CR asymptotisch der maximalen Senderate an. (siehe Abbildung 4.10)

Der hier von IEEE definierte CN-Algorithmus erscheint ziemlich sinnvoll, da er sehr schnell auf steigende Lasten reagiert (schon ab 20% Puffer-Auslastung), genau die Verursacher in der Senderate drosselt und bei einer Entspannung der Überlast sehr schnell wieder auf normales Senderverhalten übergeht. Trotzdem ist der Rechen- und Speicher-Overhead erheblich niedriger als bei der TCP/IP Flusskontrolle.

**Lossless Ethernet Stufe 2: IEEE 802.1Qbb Priority Based Flow Control (PFC)**

Rechenzentrums-Netze haben typischerweise ein limitiertes Bandbreiten-Delay-Produkt und einen deutlich begrenzten Hop Count. Hierfür gibt es ein signifikantes Marktinteresse an einer konvergenten „lossless“ Layer-2 Lösung in Hochgeschwindigkeitsnetzen kurzer Reichweite (RZ, Backplane Fabrics, Multi-Chassis-Verbindungen, Rechnercluster und Speicher-netze). Hersteller wie Brocade, Cisco, EMC, Force10, NetApp, Emulex, Fujitsu, IBM, Intel, Sun Microsystems und Woven Systems investieren in die Idee, Ethernet als konvergente, universelle, vertraute, und kostengünstige Hochgeschwindigkeits-Technologie für den RZ-Bereich weiter zu entwickeln. Die Zielsetzung von

802.1Qbb ist es daher, Ethernet mit „lossless“ Qualität auszurüsten, um es als Konvergenz-Technologie für Fibre Channel und InfiniBand einsetzbar zu machen.

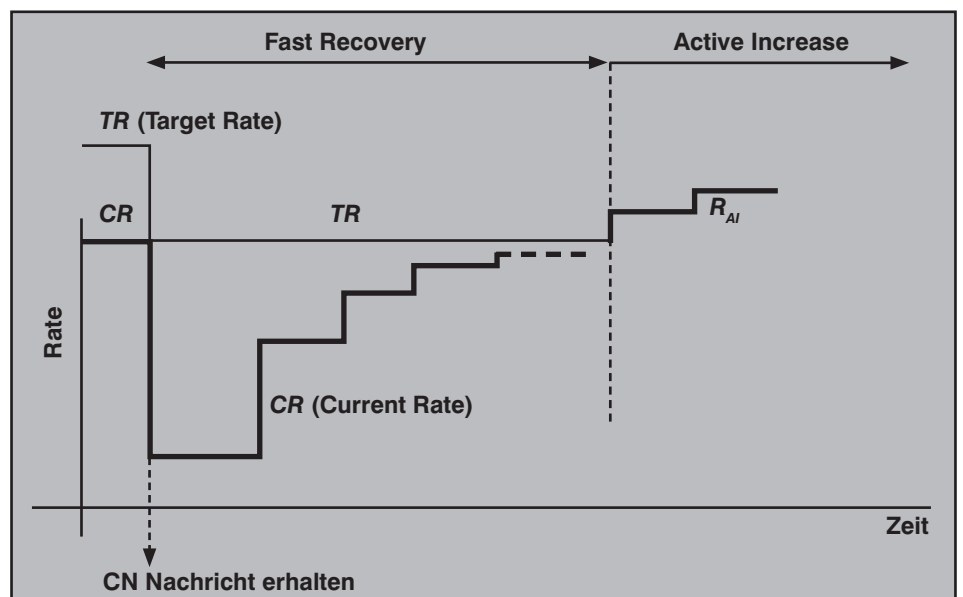


Abbildung 4.10: Fast Recovery bei IEEE 802.1Qau

Neue Anforderungen ändern das Netzdesign: Neue Funktionen und Standards bei IEEE und IETF - Teil 2

Möglicherweise sind die Standards hierfür in 2010 stabil genug für erste Vorimplementierungen.

Was tun, wenn die Überlast trotz CN weiter anhält? Zur Klassifizierung verschiedener Verkehrslasten (Verkehrsklassen) sind die Prioritätswerte der VLAN Tags nutzbar. Als Weiterführung und ergänzend zur Überlastanzeige entwickelt die IEEE mit 802.1Qbb (soll Clause 36 des neuen 802.1Q Standards werden) seit März 2008 den PAUSE Mechanismus der vorhandenen Flusskontrolle so weiter, dass er nicht mehr alle Flows der Gegenseite, sondern nur die Verursacher oder speziell ausgewählte weniger kritische Flows anhält: nämlich Flows, die über einen bestimmten Prioritätswert klassifiziert werden können. Oder aber solche Flows, die eine zuvor gesetzte Ratenlimitierung überschreiten (hierauf gehen wir bei der Funktion ETS näher ein). Die so verfeinerte Flusskontrolle soll dann weiterhelfen und Frame Verluste bei Hoch- und Überlasten vermeiden, wenn Congestion Notification nicht mehr ausreicht. Prinzipiell gibt es zwar keine Abhängigkeit oder Synchronisierung zwischen IEEE 802.1Qau und Qbb, in der Praxis wird eine Implementierung jedoch zuerst CN und dann PFC signalisieren.

Die PFC Flusskontrolle wird sowohl in Endgeräten als auch in Switches implementiert, nutzt den MAC Multicast 01-80-C2-00-00-01 und arbeitet auf Basis des Priorisierungs-Tags (im VLAN-Tag) im MAC-Header. Mit den verschiedenen Prioritätswerten können verschiedene Verkehrsklassen definiert werden (ähnlich wie bei AVB die Stream-Klassen). Da man sich hier definitiv nicht mehr mit Kollisionsproblemen herumschlagen will, ist der full duplex Modus auf den physikalischen Verbindungen Voraussetzung. Das allgemeine PAUSE Frame der früheren Flusskontrolle wird durch ein PFC PAUSE Frame ersetzt, dass alle Frames mit einem speziellen Prioritätswert, ggf. in einem speziellen VLAN, anhält. Für jede Verkehrsklasse ist die PFC PAUSE separat aktivierbar und deaktivierbar, zusätzlich kann für jeden Prioritätswert (0..7) ein eigener Timer definiert werden, der die Wartezeit nach einem gesendeten PFC PAUSE Frame steuert. Die einzelnen Timer arbeiten voneinander unabhängig. Für das PFC PAUSE Frame gibt es ein 8-Bit Opcode-Feld, jedes Bit steht für einen Prioritätswert. Ist das Bit auf „0“ gesetzt, gilt das PAUSE Frame für diese Verkehrsklasse nicht, steht das Bit auf „1“, muss diese Verkehrsklasse die Wartezeit des für sie konfigurierten Timers abwarten, bevor sie erneut senden darf.

Beispiel: Opcode = 00010101  
 Bedeutet: die Verkehrsklasse mit Prioritätswert 4 muss <Zeit von Timer 4> warten  
 die Verkehrsklasse mit Prioritätswert 2 muss <Zeit von Timer 2> warten  
 die Verkehrsklasse mit Prioritätswert 0 muss <Zeit von Timer 0> warten

So kann z.B. verlustsensitiver Verkehr wie Speicherzugriff oder IPC, die eine verlustfreie (lossless) Infrastruktur voraussetzen, ohne PAUSE weiterarbeiten, während die LAN-seitigen Verkehrsströme warten müssen. Da keine explizite Sendeerlaubnis wie bei TCP verschickt wird sondern das Senden nach Timerablauf automatisch wieder beginnt, arbeitet dieses Verfahren schneller als die aufwändige Flusskontrolle mit Fenstermechanismus bei TCP. Die Implementierung im Endgerät / Switch benötigt jedoch aufwändige Mess-, Klassifizierungs- und Queueing-Funktionen, die sowohl auf den Empfang als auch auf das Senden der Frames angewendet werden. Abbildung 4.11 zeigt die Switch Queueing Funktionen, PFC-fähige Endgeräte haben eine entsprechende Funktionalität.

**Lossless Ethernet Stufe 3:  
IEEE 802.1Qaz Enhanced Transmission Selection (ETS)**

Der PAR für 802.1az wurde im März 2008 genehmigt. Dieser Standard spezifiziert eine erweiterte Funktionalität für die Frame-Weiterleitung, die es ermöglicht, für verschiedene Verkehrsklassen einen Prozentsatz x der Gesamt-Bandbreite bereitzustellen und so die laut bisherigem 802.1Q Standard unterstellte strikte Priorisierung zu verfeinern. Genauso wie 802.1at ermöglicht auch der 802.1Qaz Standard die Nutzung reservierter Bandbreiten durch andere Teilnehmer, soweit die berechtigten Verkehrsklassen diese nicht nutzen. Zusätzlich zu den reservierten Bandbreiten ist jedoch eine strikte Priorisierung immer noch möglich.

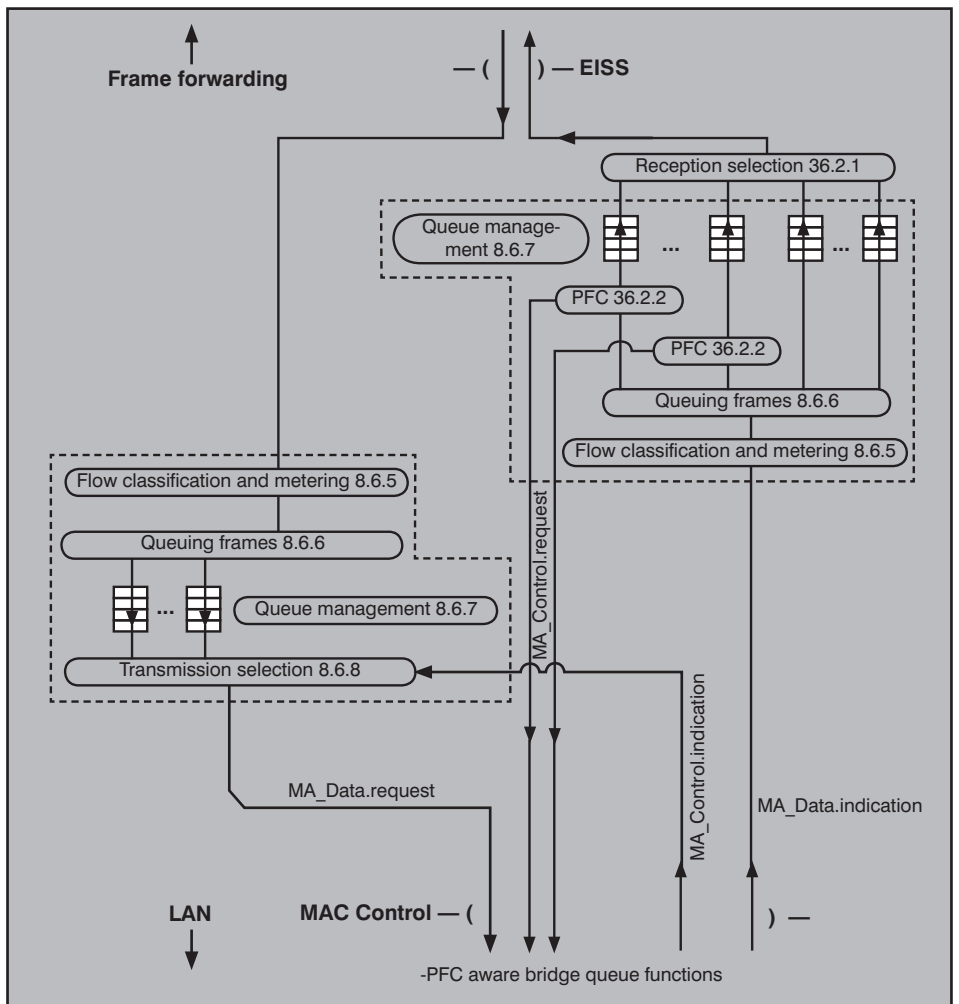


Abbildung 4.11: Interne Bearbeitungs-Funktionen bei IEEE 802.1Qbb

Neue Anforderungen ändern das Netzdesign: Neue Funktionen und Standards bei IEEE und IETF - Teil 2

ETS sieht sich bewusst im Zusammenspiel mit 802.1Qau und Qbb Congestion Management und will als Gegenseite zum Überlast-Management ein universelles Bandbreiten-Management sowohl für CCF als auch für herkömmliche Verkehrsklassen darstellen. Zusätzlich will die ETS Arbeitsgruppe auf Koexistenz mit 802.1Qav (Warteschlangen-Steuerung für Echtzeit-Streams) achten. Wir meinen darüber hinaus, dass eine Konsolidierung von 802.1Qat mit ETS sehr sinnvoll wäre, geht es doch in beiden Fällen um Bandbreitenreservierungen.

Enhanced Transmission Selection spezifiziert so genannte PGs (Priority Gruppen), die den verschiedenen Prioritäts-Kennungen (PGID) bzw. Verkehrsklassen zugeordnet werden. Dabei können mehrere IEEE 802.1Q Prioritäts-Tag Werte derselben Priority Gruppe zugeordnet werden, d.h. mehrere Verkehrsklassen teilen sich die zugeordnete Bandbreite. Die Bandbreite, die einer Priority Gruppe zugeordnet wird, ist in Prozent der Gesamtband-

Priority Group ID (PGID)	Description
0 - 7	Available for Enhanced Transmission Selection bandwidth allocation.
8 - 14	Reserved
15	No bandwidth limitation.

Abbildung 4.12: PGID Werte und Bedeutung

breite einer Verbindung definiert. Der PGID Wert kann wie schon bekannt zwischen 0 und 7 liegen (siehe Abbildung 4.12), der Wert 15 wurde für strikte Priorisierung vorgesehen und heißt dann Link Priority (LP). Betrachten wir hierzu ein Beispiel (s. Abbildung 4.13): SAN- und LAN-Verkehr erhalten beide bei Bedarf gleichverteilt eine garantierte Bandbreite von 40% der Leitungskapazität, für IPC wurde eine strikte Priorisierung (LP) vorgesehen, jedoch nur bis zu einer Last von 20% der Bandbreite. Die entsprechenden Konfigurationsparameter sind in Abbildung 4.14 dargestellt.

**Lossless Ethernet Stufe 4: DCBCXP zur Automatisierung von CN, PFC und ETS**

Die neuen Funktionen bringen den Bedarf nach einem Management Protokoll mit sich, um automatisch die Funktionalität der jeweiligen Gegenseite zu erkennen, für gemeinsam unterstützte Funktionen Parameterprofile und Default-Werte auszutauschen sowie eine konsistente Konfiguration innerhalb einer DCB Domäne sicherzustellen. Dieses Protokoll heißt DCBX oder DCBCXP und kann sowohl auf Switches als auch auf Servern

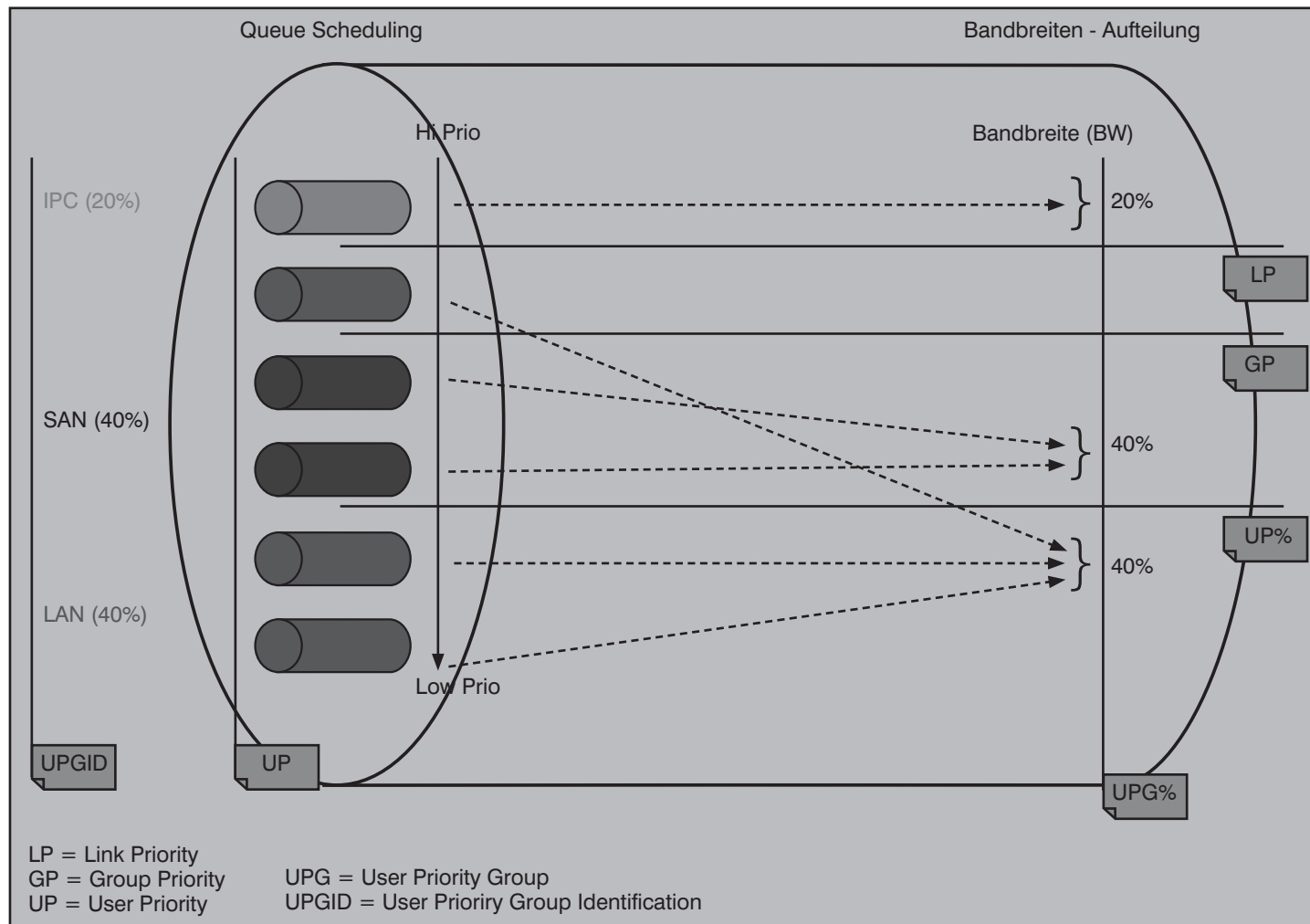


Abbildung 4.13: Bandbreiten-Reservierung im RZ-Bereich mit ETS

Neue Anforderungen ändern das Netzdesign: Neue Funktionen und Standards bei IEEE und IETF - Teil 2

UP	UPGID	LP	GP+/-	UP%+/-	Desc
0	2	False	True	-	LAN
1	2	False	True	-	LAN
2	1	False	True	-	SAN
3	1	False	True	-	SAN
4	2	False	True	-	LAN
5	2	False	True	-	LAN
6	NC	NC	NC	NC	NC
7	15	True	-	-	IPC

UPGID	UPG%	DESCRIPTION
0	-	IPC
1	40	SAN
2	40	LAN
-		
-		
-		
-	20	

Abbildung 4.14: Konfiguration einer ETS Bandbreiten-Reservierung

laufen (siehe Abbildung 4.15). Hierfür bietet sich ein Standard an, der sich seit August 2006 zunehmend im Markt etabliert: LLDP, dessen Frame Format für DCBCXP genutzt wird.

Da gerade im RZ-Umfeld sehr schnelle Reaktionen erfolgen müssen, wird LLDP möglicherweise seine Arbeitsweise als

Slow Protocol (max. 10 Frames / Sek.) verlassen. Eine entsprechende Revision von IEEE 802.1AB ist seit Februar 2007 in offiziell Arbeit (aktuell Draft 6.0).

Benachbarte Komponenten, die beide DCBCXP reden, erkennen sich als Peers (wie auch bei LLDP) und tauschen für die

unterstützten Funktionen (wie CN, PFC, ETS) ihre Parameter aus, um Inkonsistenzen zu beseitigen. Derzeit gibt es DCBCXP Parameter für Priority Groups der ETS-Funktion und für PFC, zukünftig sollen weitere Parameter definiert werden, z.B. für CN. Auch für MSRP oder 802.1Qav wären solche Parameter mög-

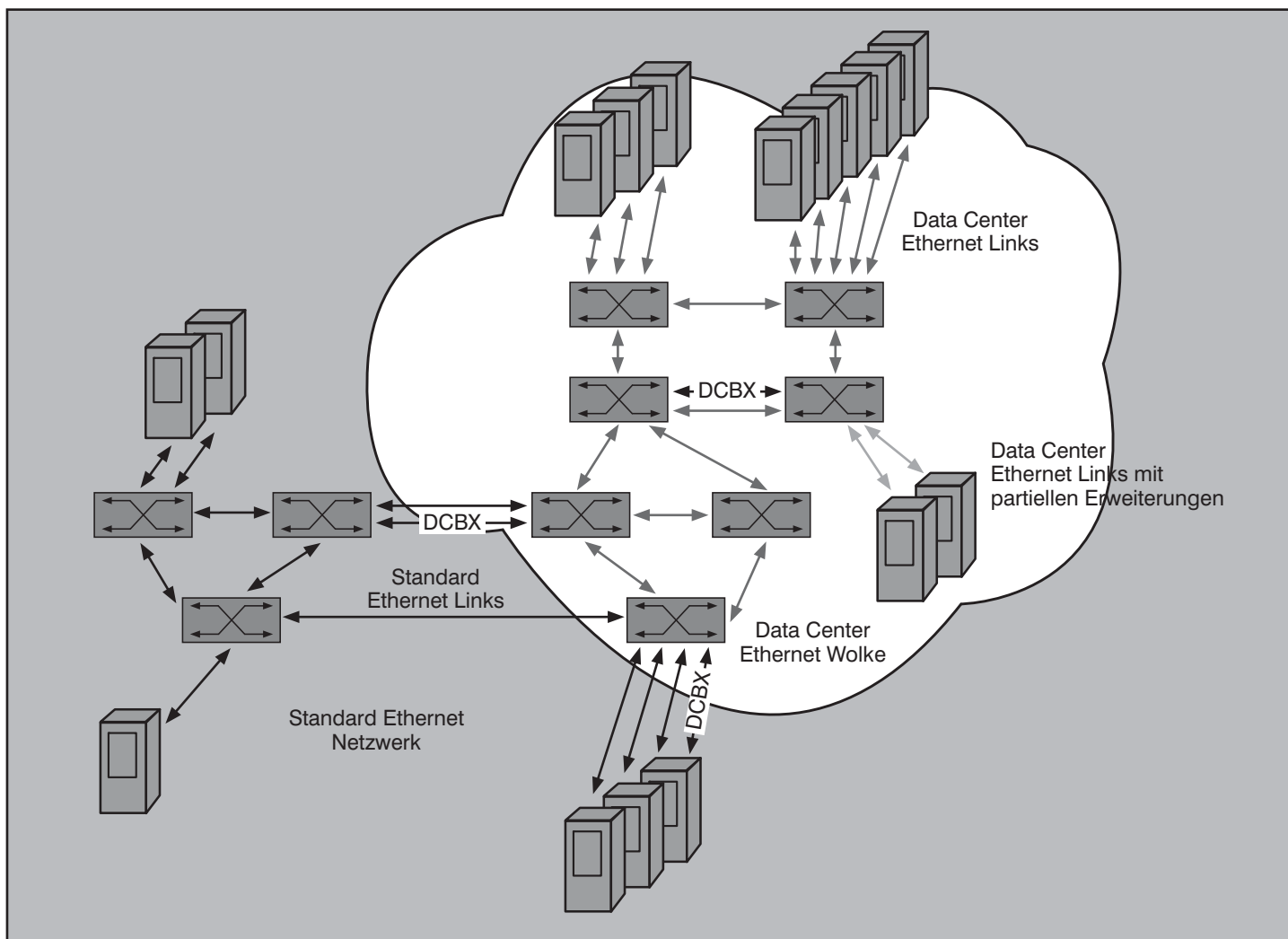


Abbildung 4.15: Einsatzszenario für das DCB Capability Exchange Protokoll

Neue Anforderungen ändern das Netzdesign: Neue Funktionen und Standards bei IEEE und IETF - Teil 2

lich, hier ist ein Abgleich der Arbeiten zwischen IEEE 802.1BA der AVB Gruppe und DCBCXP wünschenswert.

Non-DCBCXP Komponenten sind für die DCBCXP-Komponenten transparent, da die LLDP Frames zwischen DCBCXP Peers über non-DCBCXP-Komponenten hinweg unverändert weitergeleitet werden. Allerdings ist ein solcher Mischbetrieb wegen der resultierenden potenziellen Inkonsistenzen und Seiteneffekte nicht die Lösung der ersten Wahl und sollte nur für Migrationsphasen zugelassen werden.

**Abkürzungen**

AI	Active Increase
AVB	Audio / Video Bridging
BC	Broadcast
BIC-TCP	Binary Increase Congestion control - Transmission Control Protocol
BPDU	Bridge PDU
B-VLAN	Backbone VLAN
CCF	Congestion Controlled Flow
CEE	Converged Enhanced Ethernet
CIST	Common and Internal Spanning Tree
CN	Congestion Notification
CNPDU	Congestion Notification PDU
CNM	Congestion Notification Message
CNP	Congestion Notification Protocol
CP	Congestion Point
CR	Current Rate
CST	Common Spanning Tree
DA	Destination Address
DAS	Direct Attached Storage
DB	Data Base
DCB	Data Center Bridging
DCBX	Data Center Bridge eXchange
DCBCXP	Data Center Bridge Capability eXchange Protocol
DCE	Data Center Ethernet
DRB	Designated RBridge
ETS	Enhanced Transmission Selection
FC	Fibre Channel
FC-NIC	Fibre Channel Network Interface Card (Coupler)
FCoE	Fibre Channel over Ethernet
FID	Filtering Identifier
FR	Fast Recovery
ECMP	Equal Cost Multipath
ECMT	Equal Cost Multipath Tree
HiPPI	High Performance Parallel Interface
HPC	High Performance Computing
HPPC	High Performance Cluster Computing
IB	InfiniBand
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
IP	Internet Protocol
IPC	Inter Process Communication
iSCSI	internet Small Computer System

Interface	
IS-IS	Intermediate System to Intermediate System
ISIS-SPB	IS-IS für Shortest Path Bridging
ISO/IEC	International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission
LACP	Link Aggregation Control Protocol
LAN	Local Area Network
LLDP	Link Level Discovery Protocol
LLFC	Link Level Flow Control
LP	Link Priority
LSDB	Link State Data Base
LSP	Link State PDU
MAC	Media Access Control
MMRP	Multiple MAC Address Registration
MMF	Multimode Faser
MRP	Multiple Registration Protocol
MSRP	Multiple Stream Reservation Protocol
MST	Multiple Spanning Tree
MSTI	Multiple Spanning Tree Instance
MSTP	Multiple Spanning Tree Protocol
MVRP	Multiple VLAN Registration Protocol
NAS	Network Access Server
NIC	Network Interface Card (Coupler)
PAR	Project Authorization Request
PDU	Protocol Data Unit
PFC	Priority Based Flow Control
PG	Priority Group
PGID	Priority Group Identification
QCN	Quantized Congestion Notification

RB	Routing Bridge
RBridge	Routing Bridge
RFC	Request for Comments
RL	Rate Limiter
RP	Reaction Point
RST	Rapid Spanning Tree
RSTP	Rapid Spanning Tree Protocol
RZ	Rechenzentrum
SAN	Storage Area Network
SPB	Shortest Path Bridging
SPBB	Shortest Path Backbone Bridging
SPT	Shortest Path Tree
SPVID	Shortest Path VLAN ID
STP	Spanning Tree Protocol
S-VLAN	Service VLAN
TAP	Tree Agreement Protocol (Tree Assignment Protocol)
TCP	Transmission Control Protocol
TG	Task Group
TLV	Type, Length, Value
TR	Target Rate
TRILL	TRansparent Interconnection of Lots of Links
VLAN	Virtual Local Area Network
WLAN	Wireless LAN
XOFF/XON	transmit off / transmit on

**Links**

- <http://www.ieee802.org/1/>
- <http://www.ieee802.org/3/>
- <http://www.ieee802.org/11/>
- <http://www.ietf.org>

**Kongress**



**Rechenzentrum Infrastruktur-Redesign Forum 2009**  
**16. - 18.11.09 in Königswinter**

Das ComConsult Rechenzentrum Infrastruktur-Redesign-Forum greift die aktuellsten Fragen der Netzwerk- und IT-Technologie auf. Top-Referenten analysieren die neuesten Entwicklungen und liefern die notwendige Information für Ihren Projekterfolg.

Unsere Rechenzentren befinden sich in einer der größten Redesign-Phasen der letzten 20 Jahre. Die wesentlichen Treiber dieses Redesigns sind: Server-Konsolidierung, Speicher-Konsolidierung, Virtualisierte Infrastrukturen, Web-basierte Applikationen

Rechenzentren-Redesign bedeutet dabei vor allem ein Redesign der Infrastrukturen. Im Mittelpunkt der Konsolidierung und Vereinheitlichung stehen dabei: Netzwerke, Speicher-Systeme und Speicher-Netzwerke, Verkabelung, Strom und Klima

**Jetzt neu mit Plus-Modul!**

Moderation: Dr.-Ing. Behrooz Moayeri, Dr. Jürgen Suppan  
 Preis: € 1.890,- zzgl. MwSt.



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

# Integration des Microsoft Office Communications Servers

## Alternative Möglichkeiten der Nutzung und Einbindung in die Unternehmens-Infrastruktur

Der im August erschiene Report „Integration des Microsoft Office Communications Servers“ wendet sich an alle Planer und IT-Verantwortliche, die neue TK- oder UC-Lösungen planen und gleichzeitig Microsoft-Produkte einsetzen. Schon allein durch die Integration in die Microsoft Office-Produkte kann der Office Communications Server in diesen Umgebungen nicht ignoriert werden. Darüber hinaus propagieren praktisch alle TK-Hersteller Schnittstellen und Integrationsmöglichkeiten zum OCS. Damit steht die Fragen nach Art und Umfang einer integrierten OCS-Lösung im Zentrum aktueller UC-Projekte.

Der Microsoft Office Communications Servers 2007 hat mit seinem Release 2 einen beeindruckenden Funktionsumfang erreicht. Der Zielmarkt des Produktes sind weiterhin bestehende TK-Installationen, die ohne großen Aufwand um Unified Communications Funktionen erweitert werden sollen.

Damit wird die Integration des OCS in bestehende Kommunikationslösungen zu der zentralen Aufgabenstellung jedes OCS-Projekts. Das Ziel einer solchen Integration liegt auf der Hand: Die bestehende TK-Lösung mit ihren spezifischen Schwerpunkten auf der Sprachkommunikation und den „klassischen“ Endgeräten wie Telefone, DECT, Fax, Handys etc. um Unified-Communications-Komponenten des OCS zu ergänzen.

Im vorliegende Technologie Report werden die technischen Möglichkeiten vorgestellt und diskutiert sowie die architektonischen Grenzen aufgezeigt, die bestehen, wenn eine bestehende TK-Lösung mit dem Office Communications Server ergänzt wird.

Untersucht werden insbesondere die Fragestellungen:

- Wie kann der Office Communications Server in die Unternehmens-Infrastruktur eingebunden werden?
- Über welche Schnittstellen und Protokolle kann der OCS eingebunden werden?
- Mit welchen Problemen ist bei einer In-



tegration zu rechnen?

- Welche Fragen sind bei der Auswahl und Planung einer Integrationslösung zu klären?

Vorgestellt werden vier aufeinander aufbauende Szenarien, die exemplarisch die Bereiche interne Telefonie, externe Telefonie, Voice-Mail, CTI-Integration, PBX-Integration und Austausch von Präsenzinformationen abdecken.

Dieser Report gehört auf den Schreibtisch jedes Planers und Entscheiders, der sich mit den angesprochenen Fragen beschäftigt.

Im Folgenden haben wir eine kurze Leseprobe für Sie zusammengestellt:

#### Szenario 4: Integration einer TK-Anlage

In diesem Kapitel werden tieferegehende Integrationsmöglichkeiten mit einer vorhandenen Telefonanlage besprochen, welche Schnittstellen der OCS hierfür zur Verfügung stellt und mit welchen Problemen gegebenenfalls zu rechnen ist.

##### 4.1 Integration via SIP-Trunking

Die Rolle des OCS Mediation Servers wurde bereits in Kapitel 2.4 weiter oben diskutiert:

- Der Mediation Server ist Microsofts Bindeglied zur Übertragung von Sprache zwischen der „internen“ OCS-SIP-Welt

und der „externen“ Standard-SIP-Welt. Ohne ein solches Brückenglied können OCS-Clients nur miteinander telefonieren.

- Mangels Alternativen sind der Mediation Server bzw. darauf aufbauende Applikation-Lösungen die einzigen verfügbaren Bindeglieder, um Sprache zwischen OCS und SIP-fähigen Telefonanlagen zu übermitteln.
- Falls die zu integrierende Telefonanlage kein SIP unterstützt, ist zusätzlich ein weiteres passendes Signalisierungsgateway nötig.
- Der Mediation Server hängt als B2BUA sowohl im Signalisierungs- als auch im Medienstrom und bestimmt (und begrenzt!) damit den möglichen Integrationsumfang.
- Wie erwähnt, adressiert der Mediation Server zurzeit insbesondere die Anbindung an SIP-Provider und weniger eine komfortable Anlagenkopplung. Daher werden kaum mehr Merkmale als zum Gesprächsauf- und -abbau nötig sind, über dieses Gateway transportiert.

Was aber geht und vom OCS auch unterstützt wird, ist das sogenannte „Gleichzeitige Klingeln“, eine Technik, die auch mit den englischen Begriffen „Dual Ringung“ oder „(Dual) Forking“ belegt ist.

Bei dieser Integrationsform werden sowohl OCS-Clients als auch PBX-Telefone zur Telefonie genutzt. Voraussetzung für eine solche gleichzeitige Nutzung von OCS und Telefonanlage ist die Unterstützung des oben genannten „Forkings“ auch in der PBX. Forking (englisch für gabeln, aufspalten) bezeichnet die Fähigkeit der Anlage einen eingehenden Anruf gleichzeitig an mehrere Endgeräte zu signalisieren. Abbildung 4.1 skizziert den Ablauf beispielhaft:

1. Ein Anruf aus dem öffentlichen Telefonnetz erreicht die Anlage.
2. Dort ist für die Zielnummer „Gleichzeitiges Klingeln“ bzw. „Forking“ konfiguriert.

Neuer Report: Integration des Microsoft Office Communications Servers

3. Daher schickt die Anlage zwei Signalisierungen sowohl an das „eigene“ Telefon als auch über den Mediation Server zum OCS. Im Falle von SIP werden also beispielsweise zwei SIP-INVITES losgeschickt.
4. Der OCS lokalisiert seinerseits das oder die Endgeräte des betreffenden Benutzers und signalisiert den Ruf auch in seiner Umgebung.
5. Sobald der Ruf an einem der Endgeräte - gleichgültig ob OCS-Client oder PBX-Telefon - angenommen wird, wird dies rückwärts zur Telefonanlage signalisiert, die ihrerseits alle anderen Signalisierungen beendet - die Telefone hören auf zu klingeln.

Dieses „Aufspalten“ der Signalisierung geschieht natürlich auf beiden Seiten, also sowohl im OCS als auch in der PBX jeweils für die Anrufe, die an der jeweiligen Seite auftreten. Um hierbei Schleifen oder doppelte Signalisierungen zu unterbinden, hat unter anderem der Mediation Server die Fähigkeit „zurückkommende“ Signalisierungen zum selben Ruf zu erkennen und (in seiner Rolle als B2BUA) zu unterbinden.

Der Angerufene kann also situationsabhängig bei jedem Anruf neu entscheiden, ob er den Ruf an seinem OCS-Client oder seinem PBX-Telefon entgegennimmt.

Abbildung 4.2 zeigt die Konfiguration des „Gleichzeitigen Klingelns“ bei einem OCS-Benutzer.

Die Vorteile dieses Verfahrens sind im Wesentlichen offensichtlich:

- ✓ Die Benutzer können frei entscheiden, an welchem Gerät sie den Ruf entgegennehmen wollen. Dies ist insbesondere ein Vorteil für mobile Nutzer, die damit an ihrem Arbeitsplatz weiterhin ihr Tischtelefon nutzen können und unterwegs eine einfache, ohne Vorausplanung verfügbare Telefonielösung haben.
- ✓ Die Lösung kann individuell pro Benutzer bzw. Benutzergruppe aktiviert werden oder nicht.
- ✓ Damit hat man ein mögliches Test- und Migrationsszenario.
- ✓ Falls die PBX Forking unterstützt, ist der technische Aufwand zur Realisierung in der Regel gering.

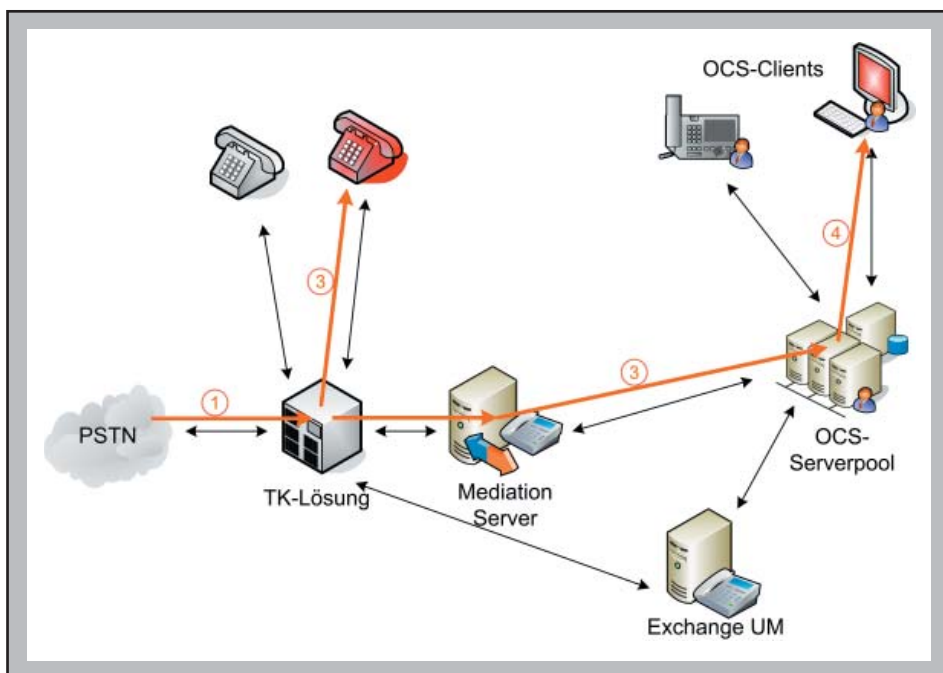


Abbildung 4.1: Dual Forking in der IP-PBX

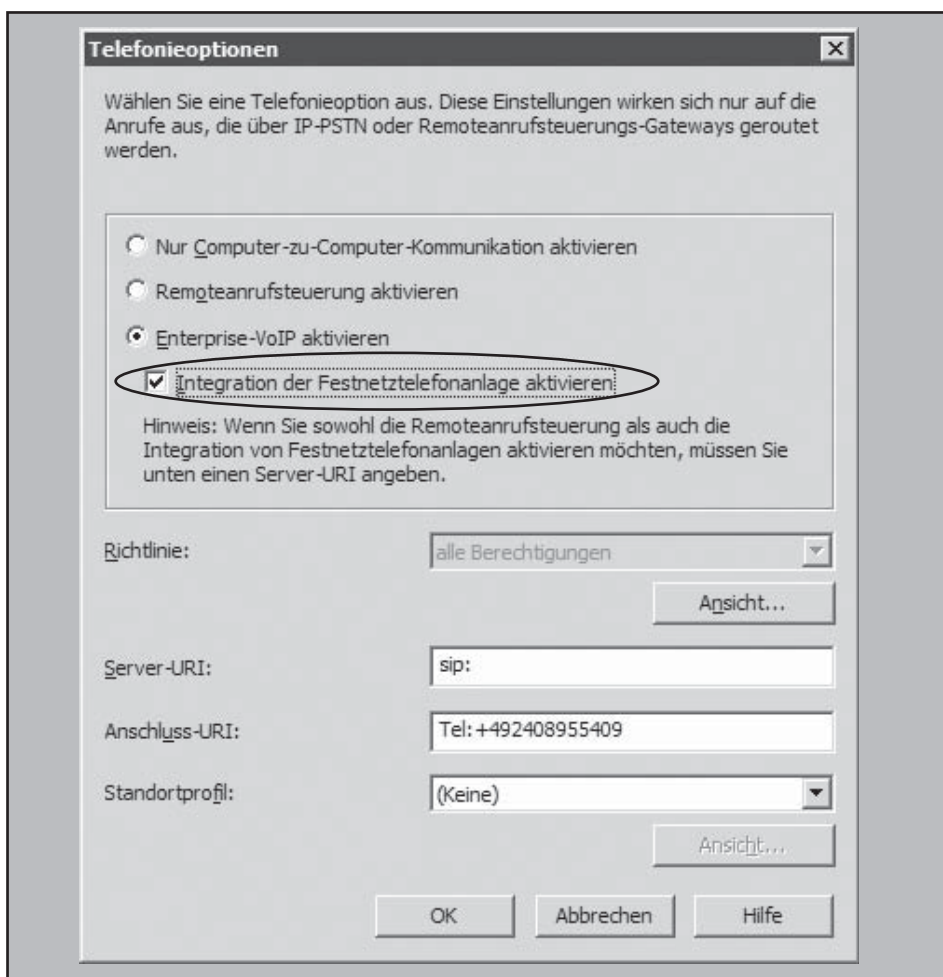


Abbildung 4.2: Gleichzeitigen Klingelns im OCS

Neuer Report: Integration des Microsoft Office Communications Servers

In der Realität wird man feststellen, dass die Hersteller der TK-Lösung meist von dieser Lösung abraten. Dies hat sicherlich zum Teil damit zu tun, dass dieses Szenario eine ideale Übergangslösung darstellt, an deren Ende die alleinige Nutzung des OCS und die Ablösung der TK-Anlage stehen könnten. Aber es gibt in dieser Lösung tatsächlich ernsthafte Probleme, die man nicht unterschätzen sollte:

- Jedes Endgerät verfügt nur über die Telefoniefunktionen, die von der zugehörigen Lösung angeboten werden - und diese Telefoniefunktionen werden sich beim OCS und einer PBX-Lösung mehr oder weniger deutlich unterscheiden!
- Jede Telefonkonferenz wird von derjenigen Seite gesteuert, die die Konferenz initiiert hat, auch wenn Teilnehmer aus beiden Welten an ihr teilnehmen. Das bedeutet, für einen Teilnehmer ist es nicht nachvollziehbar, an welchem Typ

(PBX oder OCS) von Konferenz er gerade teilnimmt und welche Merkmale ihm daher zur Verfügung stehen.

- Ebenso können Rufumleitungen und -weiterleitungen Verwirrung stiften, da diese Funktionen auf beiden Seiten problemlos unterschiedlich festgelegt werden können.
- Anruflisten werden auf beiden Systemen getrennt voneinander geführt und sind damit zwangsläufig inkonsistent.
- Der Präsenzstatus eines Benutzers wird im OCS-Client als „Verfügbar“ angezeigt, obwohl er am PBX-Telefon telefoniert - und umgekehrt!
- Es werden in der Regel pro Arbeitsplatz Lizenzkosten für beide Clients fällig!

Zusammenfassen kann man die Kritik an dem besprochenen Verfahren wie folgt:

Es handelt sich nicht wirklich um ein Integrations-Szenario, denn die beiden Welten bleiben getrennt, sie funktionieren lediglich parallel zu einander.

Soll trotz dieser Bedenken dieses Szenario realisiert werden - Gründe hierfür gibt es ja: Migration, mobile Benutzer, ... - sind folgende Punkte und Fragestellungen zu beachten:

- Kann ein Gespräch an ein eigenes, anderes Endgerät übergeben werden?

Beim OCS ist weder der gezielte Anruf noch die Weiterleitung eines Gesprächs an ein bestimmtes Endgerät eines Benutzers vorgesehen - dies widerspricht der zugrunde liegenden Philosophie des Produkts.

Eine dedizierte Weiterleitung an ein PBX-Telefon könnte aber unter Umständen durch die Festlegung von Querkennziffern gelingen.

## Sparen Sie bis zu 15% bei Teilnahme am Kongress

**Voice- und Video-Forum 2009**  
09.11. - 12.11.09 in Königswinter

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

### Bestellung

# Integration des Microsoft Office Communications Servers

Alternative Möglichkeiten der Nutzung und Einbindung in die Unternehmens-Infrastruktur

Ich bestelle den Report  
 **Integration des Microsoft Office Communications Servers**  
 Zum Preis von € 249,- zzgl. MwSt. und Versand

Kongressteilnehmer zahlen nur € 210,- zzgl. MwSt.

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

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

Straße \_\_\_\_\_ PLZ, Ort \_\_\_\_\_

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

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

Schwerpunktthema

# FCoE-Standard fertiggestellt:

## Noch mehr Auswahl für Speichernetze

Fortsetzung von Seite 1



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

- Technisches Komitee T10: Small Computer Systems Interface (SCSI)
- Technisches Komitee T11: Fibre Channel, HIPPI und IPI
- Technisches Komitee T13: ATA, ATAPI und Serial ATA

Während iSCSI im Rahmen der IETF verabschiedet wurde, sind die meisten anderen SAN-Standards, u.a. Fibre Channel und FCoE, das Werk des INCITS.

### Fibre Channel Protocol - FCP

Das Fibre Channel Protocol baut sich aus mehreren Ebenen auf, die in der Abbildung 1 dem ISO/OSI-Referenzmodell (International Organisation for Standardization / Open Systems Interconnection), wie es aus der IP-Welt bereits bekannt ist, gegenübergestellt werden.

Das FC-Protokoll mit allen Ebenen von FC-0 bis FC-4 setzt sich aus mehreren Standarddokumenten zusammen. Die Ebenen FC-0 bis FC-2 sind Bestandteil von FC-PH, die Ebene FC-4 besitzt verschiedene Standarddokumente, die sich je nach abzubildendem Protokoll auf dieser Ebene unterscheiden. Die Standards bieten die Möglichkeit, das Protokoll für verschiedene Varianten zu benutzen. Diese Varianten gehen von Low-Cost-Lösungen bis hin zu High-Performance-Lösungen.

### FC-0: Physikalische Schnittstelle

Die unterste Ebene FC-0 ist die Ebene der physikalischen Schnittstellen. Diese Ebene definiert die Art der Verbindung, ob z.B. eine Kupfer- oder Glasfaser-Verbindung aufgebaut wird. Grundsätzlich ist eine Übertragung über Kupfer und Licht-

wellenleiter möglich, wobei in der Regel Lichtwellenleiter zum Einsatz kommen.

Es existiert eine Kurzschreibweise, um die vielen physikalischen Typen für eine Verbindung unterscheiden zu können. Vier Merkmale für eine Verbindung werden der Reihe nach in der Kurzbezeichnung berücksichtigt, wie aus dem Beispiel in der Abbildung 2 hervorgeht:

1. Geschwindigkeit,
2. Medium (LWL oder Kupfer),
3. Transmitter-Typ,
4. Entfernung.

Logisch betrachtet ist FC ein bidirektionaler serieller Datenkanal zwischen zwei Punkten. Die Punkte sind Ports, die zu einem Knoten gehören, welcher wiederum über mehrere Ports verfügen kann. Zwischen den Ports wird eine Verbindung

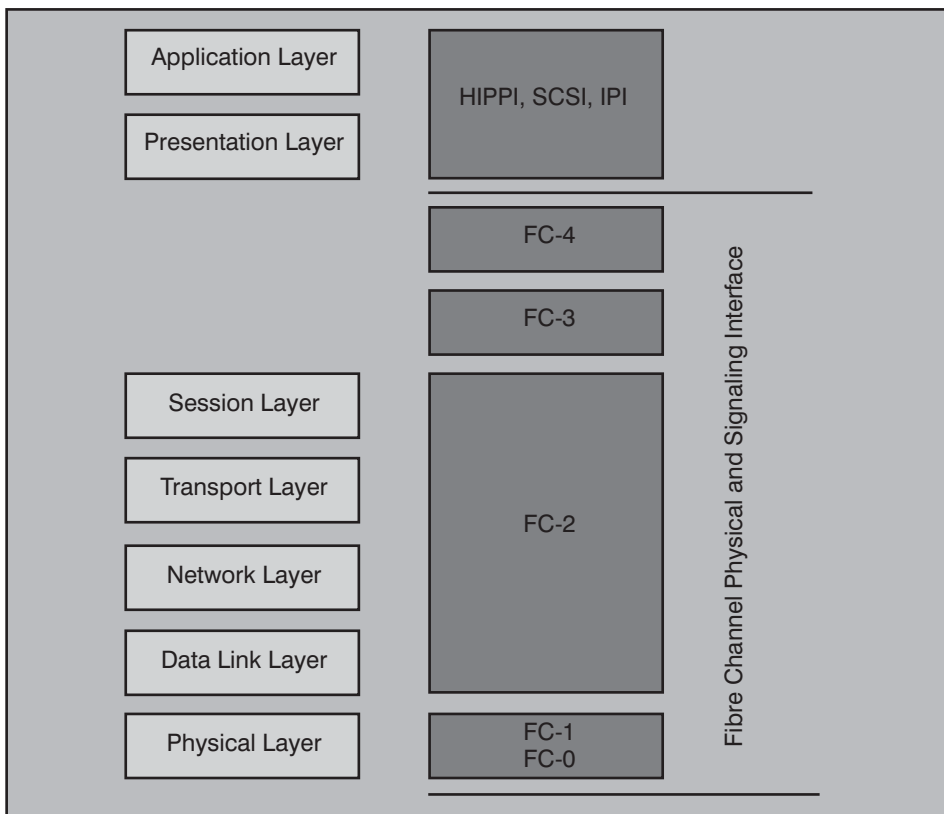


Abbildung 1: Protokoll-Referenzmodelle OSI und FC

FCoE-Standard fertiggestellt: Noch mehr Auswahl für Speichernetze

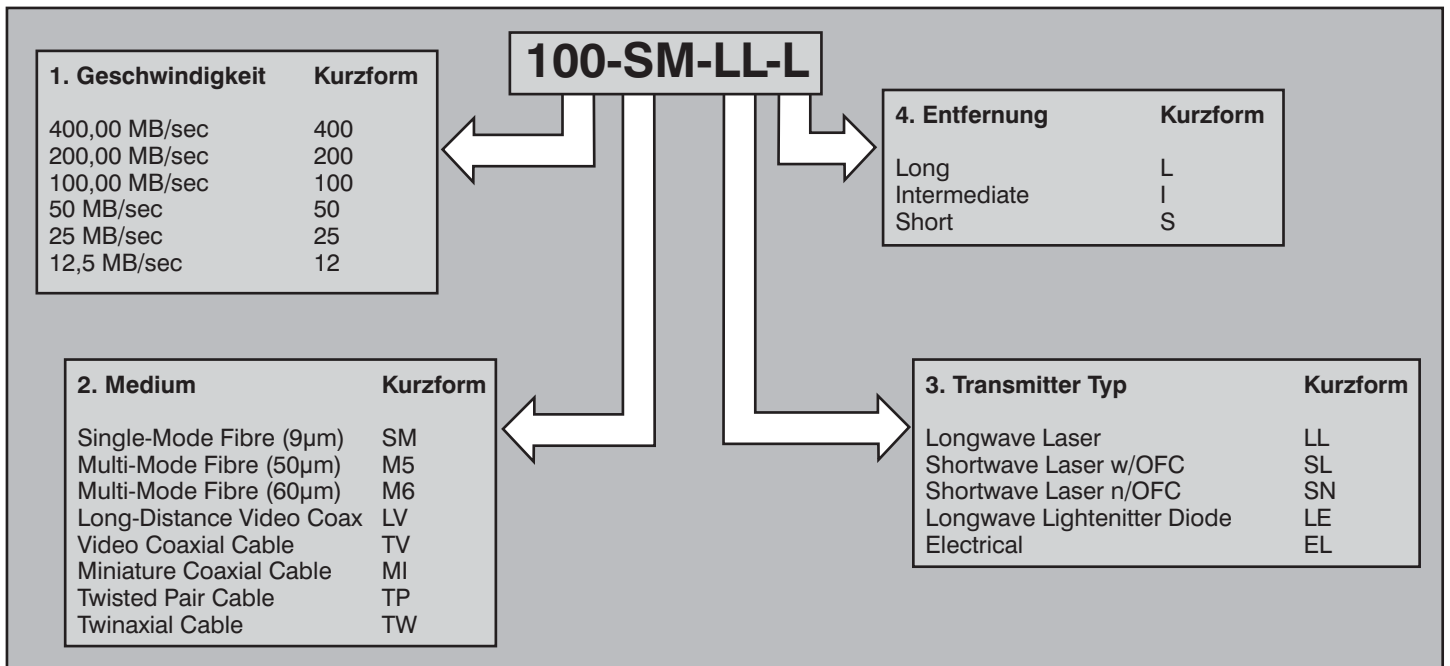


Abbildung 2: Verbindungstypen - Kurzschreibweise

bzw. ein Link aufgebaut, der aus zwei physikalischen Verbindungen besteht. Die Fehlerrate auf Linkebene darf eine Rate (Bit Error Rate) von 10-12 nicht überschreiten. Jeder Port besitzt einen Transmitter und einen Receiver, wobei diese wie in der Abbildung 3 dargestellt überkreuz miteinander verbunden werden, um einen Punkt-zu-Punkt-Link aufzubauen. Bis auf die veraltete Variante Arbitrated Loop (AL) sind alle FC-Verbindungen immer Point-to-Point-Links.

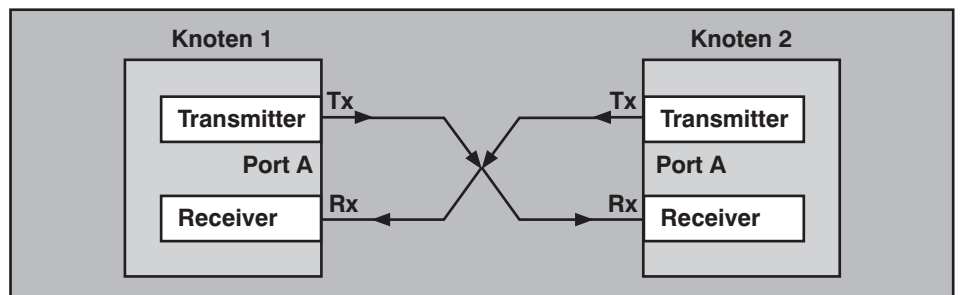


Abbildung 3: Port- und Linkaufbau

Für eine genaue Identifikation verfügt jeder Knoten über eine weltweit eindeutige Identifizierung, den WorldWideName (WWN). Dieser wird vom Knotenhersteller vergeben und ist eine 64-Bit-Adresse. Jeder Port dieses Knotens besitzt ebenfalls eine weltweit eindeutige Identifizierung, den WorldWidePortName (WWPN). Diese Adressierung ist vergleichbar mit den weltweit eindeutigen MAC-Adressen, die auch anhand der ersten Ziffern eine Ableitung des Herstellers ermöglichen.

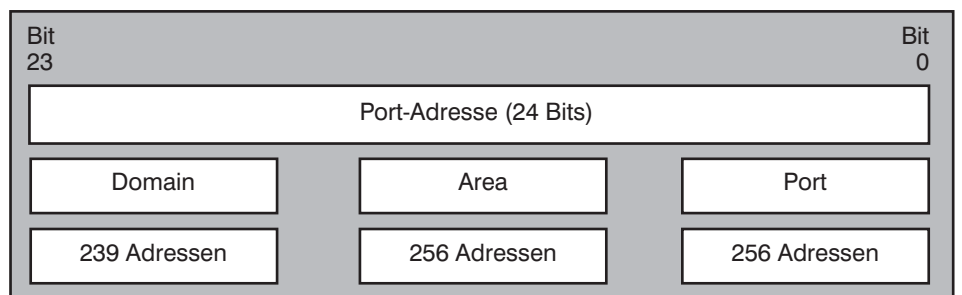


Abbildung 4: Zusammensetzung Port-Adresse

Für die Kommunikation wird jedoch jedem Port eine für das spezifische SAN eindeutige 24-Bit-Portadresse zugeteilt, die bei der portgenauen Adressierung für Sender- und Empfängerport in den Frames eingesetzt wird. Mittels eines 24-Bit-Adressschemas (Port-ID) lassen sich somit theoretisch mehr als 16 Millionen Ports innerhalb eines SANs realisieren.

Mittels des FC-Protokolls werden Namen (WWN oder WWPN) und Adressen (24-Bit Port-ID) vergeben, die eindeutig einem

Knoten oder einem Port zugewiesen sind.

Der Name dient dazu, einen Port, einen Knoten oder eine Fabric eindeutig zu identifizieren. Der Name wird innerhalb des Headers einer Kommunikation nur eingesetzt, wenn eine Verbindung über Gateways oder in andere nicht auf FC basierende Netze aufgebaut wird. Für die Kommunikation innerhalb eines SANs wird aus Performancegründen immer die wesentlich kleinere Node- oder Port-ID verwendet. Innerhalb ei-

ner Fabric ist der Switch bzw. sind die Switches für die Umsetzung des WWN oder WWPNs auf die Port-Adressen zuständig. Hiefür verfügt jede Fabric über einen Simple Name Server (SNS), der innerhalb einer Datenbank die Zuweisungen ablegt und ggf. eine Aktualisierung durchführt. Die Zuweisung erfolgt bei der ersten Anmeldung eines Ports an einer Fabric. Der Port führt ein Fabric-Login (FLOGI) unter Verwendung des WWPNs aus und erhält eine Port-Adresse zugewiesen.

## FCoE-Standard fertiggestellt: Noch mehr Auswahl für Speichernetze

Die Port-Adresse baut sich aus drei Bytes auf (siehe Abbildung 4). Jedes Byte steht für einen Bereich (Domain, Area, Port), der wiederum 256 Adressen beinhaltet, wobei es für die Domain-Adressen nur 239 gültige Adressen gibt. Die Domain-Adresse steht für die Adresse des Switches. Hierin ist auch begründet, dass maximal 239 Switches innerhalb einer Fabric zusammengeschaltet werden können. Der Bereich Area ermöglicht eine Adressierung von 256 gültigen Adressen für die F- oder FL-Ports eines Switches. Dies bedeutet, dass ein Switch maximal über 256 adressierbare Ports verfügen kann. Der Bereich Port verfügt wiederum über 256 gültige Adressen eines Switches und wird für die N- oder NL-Ports eines Switches verwendet. Dieser Aufbau erhöht die Übertragungsgeschwindigkeit, weil für eine Weiterleitung eines Frames lediglich die ersten Bits der Adresse eingelesen und ausgewertet werden müssen, um diesen Frame an den entsprechenden Switch mit der passenden Domain-ID weiterzuleiten.

Das Protokoll unterscheidet noch zwischen unterschiedlichen (teilweise nur logischen) Porttypen, die mit unterschiedlichen Funktionen verbunden sind. Die gängigsten Porttypen sind die folgenden:

- N-Port: wird für die Kommunikation zwischen Endgeräten verwendet
- F-Port: wird auf dem Switch für den Anschluss von Endgeräten verwendet
- E-Port: wird zwischen zwei Switches verwendet

### FC-1 und FC-2

Auf Ebene FC-1 wird festgelegt, wie die zu übertragenden Daten für eine optimale Datenübertragung kodiert bzw. auf der Empfängerseite entsprechend dekodiert werden. Zu diesem Zweck wird wie bei Gigabit Ethernet die 8b/10b-Kodierung angewendet. Hierbei werden vier Bytes, also 32 Bits, in vier 10-Bit-Zeichen, also einem 40-Bit-Symbol, kodiert.

Die Ebene FC-2 beschäftigt sich mit der Rahmenbildung und weiteren Funktionen wie Login (siehe Abbildung 5). Zunächst muss sich ein Endgerät in die Fabric, d.h. in das FC-Netz, einloggen. Danach folgt der N-Port Login. Bevor eine Kommunikation zwischen zwei N-Ports erfolgen kann, muss zwischen diesen Ports eine Login Session stattfinden. Diese Session hat zum Ziel, die Größe des Buffers pro Port und die unterstützten FC-2-Level zu bestimmen. Eine Session kann zwischen oder auch mehreren N-Ports aufge-

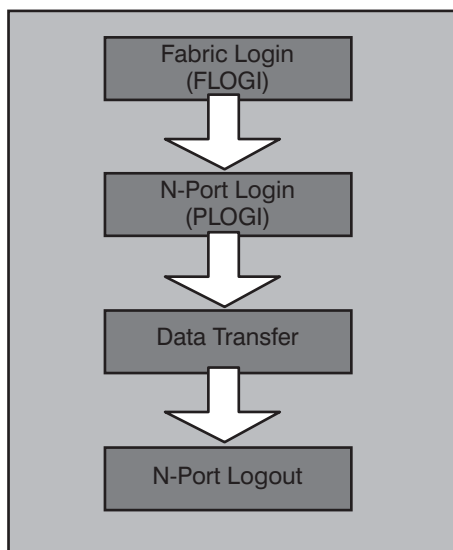


Abbildung 5: Login bei Fibre Channel

baut werden. Innerhalb dieser langlebigen Session werden Informationen und Befehle ausgetauscht.

Durch die während der Login-Phase ausgetauschten Frames werden verschiedene Parameter wie die Höhe der garantierten Buffer-to-Buffer-Credits, die unterstützen Serviceklassen (Class of Service), die Portarten sowie die Namen der Ports oder Knoten, ausgetauscht. Über die FLOGI-Funktion erhält der Port vom Switch seine 24-Bit-Port-Adresse zugewiesen.

Im Rahmen von Fibre Channel gibt es eine Hierarchie von Informationscontainern, die mit den maximal 2.148 Bytes lan-

gen Rahmen beginnt. Bis maximal 65.536 Rahmen bilden eine Sequenz. Unter Exchange werden schließlich die Operationen zur Steuerung zwischen zwei Ports und die eigentliche Datenübertragung verstanden. Ein Exchange baut sich aus Sequenzen auf, welche wiederum aus Frames (Rahmen) bestehen.

Fibre Channel unterstützt eine gesicherte Übertragung ohne Frameverlust, indem zuvor die Anzahl der zugesicherten Buffer (Credits) für den Datenempfang dem sendenden Port mitgeteilt wird. Entsprechend der Anzahl kann der sendende Port Frames an den Zielport senden, ohne für diese eine Empfangsbestätigung zu bekommen. Diese Maßnahme und die Tatsache, dass keine verloren gegangenen Frames erneut gesendet werden müssen, steigert deutlich die Performance. Die Buffer-to-Buffer-Credits werden während des Login-Prozesses kommuniziert. Dies erfolgt jedoch nur für die zwei kommunizierenden Ports. Ein End-to-End-Credit ist eine Zusicherung von Buffercredits zwischen den tatsächlichen Ports, wie z.B. zwischen Speichersystem und Server-HBA, und garantiert, dass die Frames auch korrekt beim Empfänger angekommen sind.

Der FC-Standard unterscheidet verschiedene Serviceklassen (Classes of Service, (CoS). Die gängigsten sind die folgenden:

- Class-1: Dies ist eine verbindungsorientierte, dedizierte Verbindung zwischen zwei Ports, die entweder direkt oder über eine Fabric miteinander verbunden sind. Den Ports steht für die Ver-

## Kongress

### Voice- und Video-Forum 2009 09. - 12.11.09 in Königswinter



Das ComConsult Voice- und Video-Forum 2009 kommt zu einem kritischen Zeitpunkt. Der Markt wird durch sehr unterschiedliche Entwicklungen geprägt:

Bei immer mehr Unternehmen ist die bestehende TK-Installation abzulösen, der Projektdruck nimmt zu; der Wettbewerb hat sich nach dem Ausscheiden Nortels und mit der zunehmenden Bedeutung Microsofts weiter intensiviert; Neuinstallationen stehen vor dem Spagat, sowohl eine saubere Abdeckung von TK-Leistungsmerkmalen als auch den Einstieg in die neue Unified Communications Welt zu liefern; Unified Communications kommt langsam aus dem Nebel. Die Zahl der Projekte nimmt deutlich zu. Die Vorteile der Technologie sind klarer und die Kombination mit traditioneller TK-Technik ist einfacher geworden.

Preis: € 2.090,- zzgl. MwSt.\* bis zum 15.09.2009 - dann regulär € 2.290,- zzgl. MwSt.



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

FCoE-Standard fertiggestellt: Noch mehr Auswahl für Speichernetze

bindungsdauer die volle Bandbreite zur Verfügung und der Pfad durch die Fabric ist festgelegt. Die Flusskontrolle erfolgt über Buffer-to-Buffer und End-to-End-Flusskontrolle.

- **Class-2:** Bei Class 2 gibt es keine dedizierten Verbindungen und auch keine garantierten Bandbreiten. Der Pfad durch die Fabric ist nicht festgelegt, so dass es keine garantierte Framereihenfolge für den Responder gibt und dieser jeden Frame bestätigen muss. Wenn keine Link Errors eintreten, wird der Sender über Erfolg oder Misserfolg der Übertragung benachrichtigt. Auch in dieser Klasse erfolgt die Flusskontrolle über Buffer-to-Buffer- und End-to-End-Flusskontrolle.

- **Class-3:** Die Class-3-Verbindung wird so umgesetzt wie eine Class-2-Verbindung, wobei hier jedoch keine Bestätigung der empfangenen Frames durch den Responder erfolgt. In dieser Klasse wird eine Buffer-to-Buffer-Flusskontrolle durchgeführt. Kann ein Frame nicht erfolgreich zugestellt werden, dann wird dieser Frame verworfen und die betroffene Sequenz wird mit Timeout abgebrochen. Für eine zuverlässige Kommunikation ist es jedoch notwendig, dass der Sender die Information erhält, dass alle Frames einer Sequenz auch erfolgreich angekommen sind. Hierfür wird seitens des Responders eine Sequenz zum Sender gesendet, die ihn über die Vollständigkeit informiert. Dies erfolgt unter Ausnutzung der höheren Protokolle bzw. der Applikationen, die diese Form der Bestätigungen auf der FC-4-Ebene unterstützen. SCSI als ein FC-4-Protokoll übernimmt zum Beispiel diese Funktion.

- **Class-F:** Die bisher erläuterten Verbindungen werden zwischen Endgeräten aufgebaut. Die Switches und Bridges/Gateways in einer Fabric müssen jedoch auch Verbindungen aufbauen, um Fabric-interne Informationen austauschen zu können. Hierfür wird eine Class-F-Verbindung aufgebaut, die identisch zu den Class-2-Verbindungen ist, jedoch nur auf Verbindungen zwischen Netzkomponenten angewandt werden kann.

**Höhere Protokolle**

Zwei der meist optionalen, als Common Services bezeichneten Funktionen von FC-3 sind neben anderen die Datenverschlüsselung und Datenkomprimierung.

FC-4 ist die oberste FC-Protokollschicht und beherbergt die höheren Protokolle, die FCP als Transportmittel des eigenen

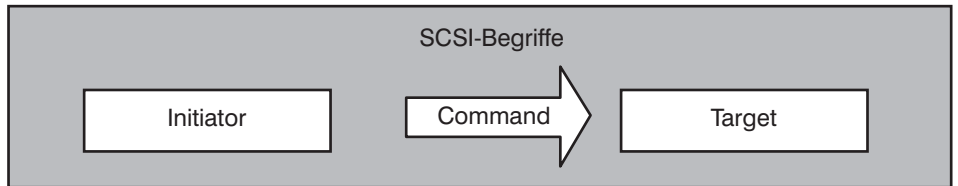


Abbildung 6: Initiator und Target

Protokolls verwenden. Auf dieser Ebene wird ein Protokoll-Mapping durchgeführt. Alle Protokolle, die FCP als Transport nutzen

können, sind im Standarddokument separat definiert. Dazu zählt zum Beispiel das Small Computer System Interface Protocol (SCSI).

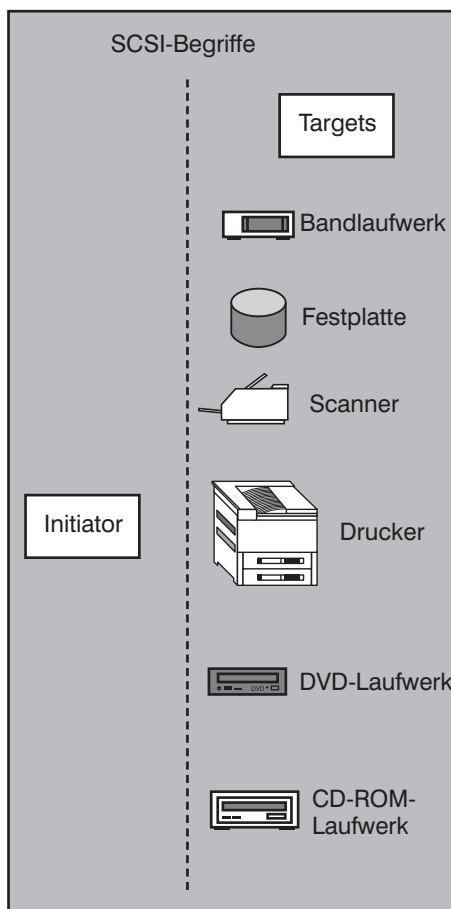


Abbildung 7: SCSI-Schnittstelle

SCSI ist ein Transportprotokoll, welches sowohl für parallele als auch für serielle Medien definiert ist. Über SCSI kommuniziert ein Initiator (Client) mit einem Target (Server), wie aus der Abbildung 6 hervorgeht.

Ein Initiator ist in der Regel ein Server, ein Target ist in der Regel ein E/A- bzw. Speichersystem wie eine Festplatte, ein Bandlaufwerk etc. (siehe Abbildung 7).

**Internet SCSI Protocol – iSCSI**

Wird das Internet Protocol (IP) als Trägerprotokoll für SCSI-Kommandos eingesetzt, dann spricht man von Internet SCSI (iSCSI). Dies bedeutet die ausschließliche Nutzung von IP-Netzen, um den Zugriff auf die Speichersysteme zu ermöglichen. Abbildung 8 zeigt eine typische Protokollhierarchie in einer iSCSI-Umgebung.

Während im FCP der WWN als eindeutige Bezeichnung der Komponenten verwendet wird, erfolgt dies in einer iSCSI-Umgebung durch den iSCSI-Namen, der an eine IP-Adresse gebunden wird.

**Fibre Channel Backbone - 5 (FC-BB-5)**

Dieser Standard spezifiziert die Übertragung von Fibre Channel über verschiedene Netztypen:

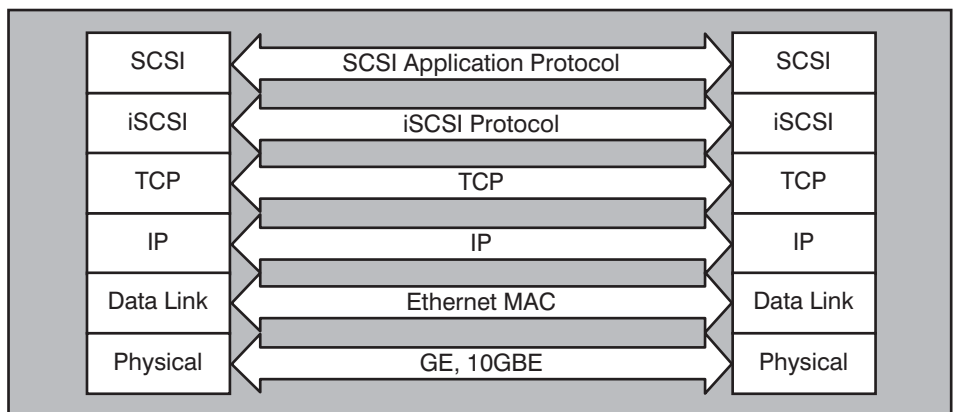


Abbildung 8: iSCSI Layerbetrachtung

FCoE-Standard fertiggestellt: Noch mehr Auswahl für Speichernetze

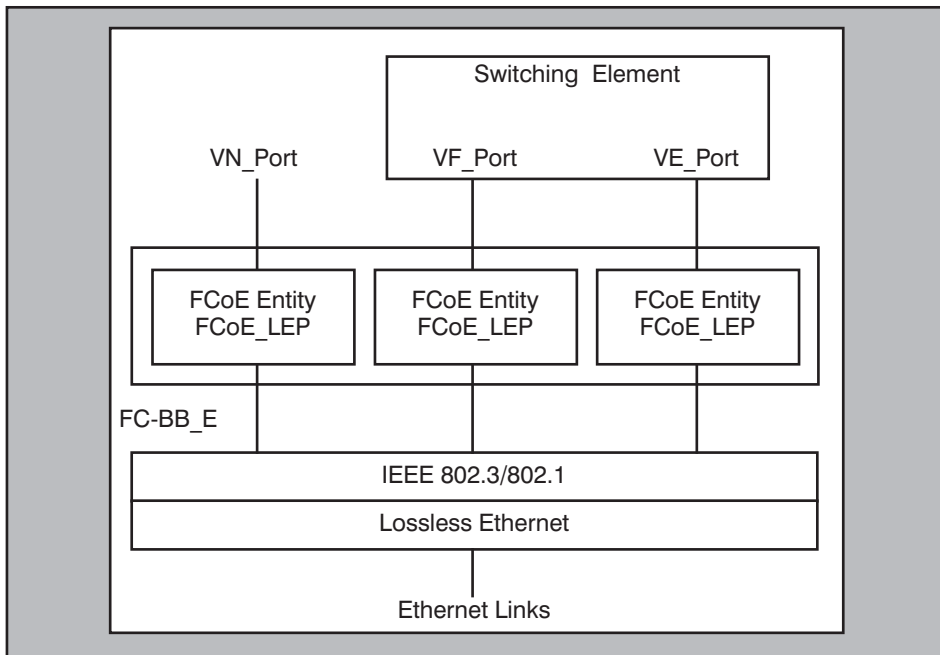


Abbildung 9: Bestandteile des FC-BB\_E-Modells

- FC over TCP/IP
- FC over GFPT (Generic Framing Procedure – Transparent)
- FC over MPLS
- FC over Ethernet

FC over ATM und FC over SONET werden in einem separaten Dokument, nämlich in FC-BB-3, spezifiziert.

An dieser Stelle interessiert uns primär FCoE, ein Übertragungsverfahren, das gemäß einem im Standard als FC-BB\_E bezeichneten Modell funktioniert.

Wie aus der Abbildung 9 hervorgeht, sieht das FC-BB\_E-Modell als Übertragungsmedium ein Ethernet-Link gemäß IEEE 802.3 bzw. 802.1 vor, allerdings mit dem Zusatz „Lossless“. Sogenannte FCoE Entities, also Instanzen, welche das FCoE-Protokoll unterstützen, übergeben dem Ethernet-Netz die zu übertragenden Rahmen. Diese beinhalten die FC-Rahmen, die den FCoE-Instanzen von FC-Instanzen verschiedenen Typs übergeben werden, also zum Beispiel von FC-Endgeräten (VN\_Ports) oder FC-Switches (VF\_Ports bzw. VE\_Ports).

**Referenzmodelle für FCoE**

Ein Lossless-Ethernet-Netz kann sowohl für den Anschluss eines FCoE-fähigen Endgeräts an ein Fibre-Channel-Netz (genannt Fabric) als auch für die Verbindung zwischen zwei Fibre-Channel-Netzen (Fabrics) genutzt werden.

Der erstere Fall ist in der Abbildung 10 dargestellt.

Ein VN\_Port ist ein Port auf einem Endgerät und verbindet dieses mit dem Netz. Ein VF\_Port ist ein Port auf einem Switch und dient dem Anschluss eines Endgeräts an den Switch. Vier unabhängige Kommunikationsbeziehungen sind in der Abbildung 10 skizziert, jeweils zwischen einem VN\_Port und einem VF\_Port. Alle diese Kommunikationsbeziehungen werden über die selbe Ethernet-Netzinfrastruktur abgewickelt.

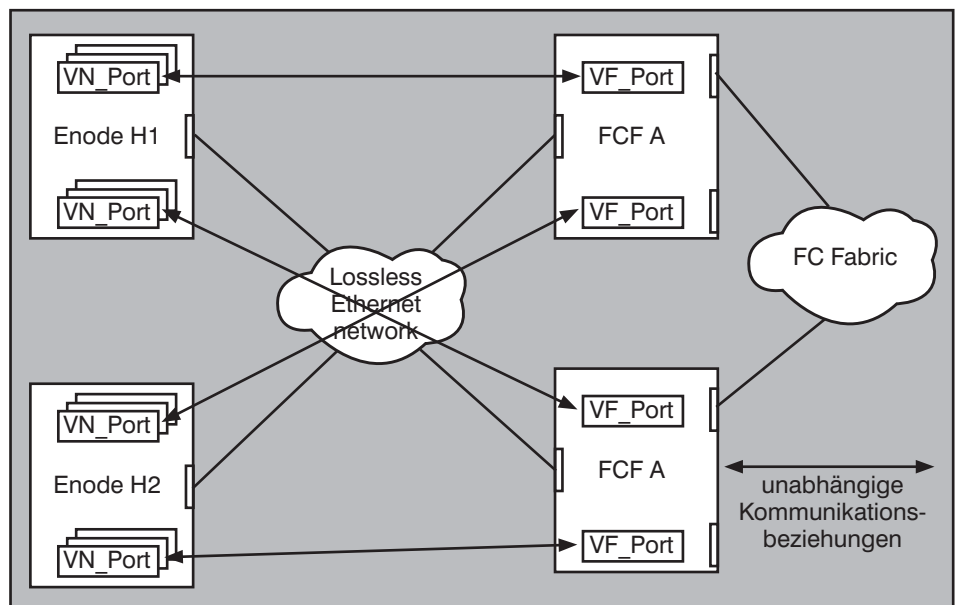


Abbildung 10: Referenzmodell für die Verbindung zwischen VN\_Port und VF\_Port

Die Abbildung 11 zeigt das zweite Referenzmodell, nämlich für die Verbindung zwischen zwei VE\_Ports. VE\_Ports sind Ports auf einem Switch, die für Verbindungen zu anderen Switches verwendet werden.

**Was mit Lossless Ethernet gemeint ist**

Eine wichtige Frage ist, was mit „Lossless Ethernet“ gemeint ist. Der FCoE-Standard bezieht sich an vielen Stellen darauf. In der Beschreibung des für FCoE verwendeten Modells FC-BB\_E ist eine kurze Erläuterung enthalten, was der Standard mit Lossless Ethernet bezeichnet. Zitat: „Eine angemessene Implementierung der zugehörigen Ethernet-Erweiterungen (z.B. des in IEEE 802.3-2008 beschriebene PAUSE-Mechanismus) ermöglicht es einem Vollduplex-Ethernet-Link, ein verlustloses Verhalten wie das durch den Buffer-to-Buffer-Mechanismus (siehe FC-FS-3) gebotene zu zeigen.“ Bei FCoE geht es also weniger darum, dass das ganze Netz verlustlos arbeitet, was in einem komplexen Netz unmöglich ist, sondern um eine Nachbildung des Flusskontrollmechanismus von Fibre Channel, der mit den sogenannten „Buffer to Buffer Credits“ realisiert wird.

Der FCoE-Standard erwähnt neben dem PAUSE-Mechanismus auch das Verfahren Priority-based Flow Control (PFC), das Gegenstand des (künftigen) Standards IEEE 802.1Qbb ist und dazu dienen kann, selbst im Falle eines Rahmenstaus in den Ethernet-Switches die FCoE-Rahmen nicht verwerfen zu müssen. IEEE 802.1Qbb sieht die sogenannte Lossless-

FCoE-Standard fertiggestellt: Noch mehr Auswahl für Speichernetze

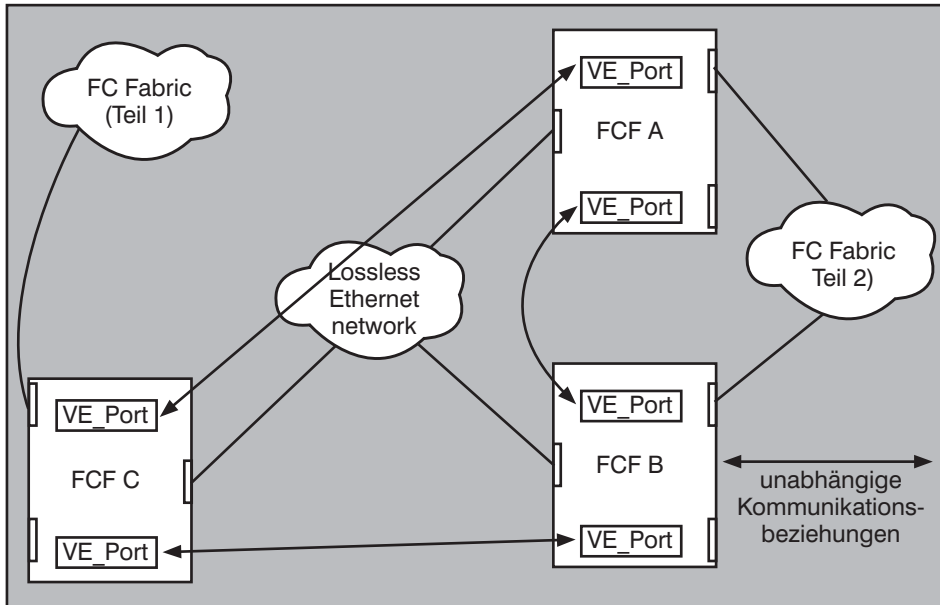


Abbildung 11: Referenzmodell für die Verbindung zwischen zwei VE\_Ports

Prioritätsstufe vor, die dann für FCoE verwendet werden kann.

Wie entscheidend diese Flusskontrollmechanismen dafür sind, dass Fibre-Channel-Rahmen über Ethernet übertragen werden können, sei dahin gestellt. Der FCoE-Standard schreibt jedenfalls Lossless Ethernet, d.h. konkret einen den Buffer to Buffer Credits nahe kommenden Flusskontrollmechanismus im Ethernet, vor. Die Hersteller von Ethernet-Switches sind also aufgefordert, einen solchen Mechanismus in ihren Komponenten zu implementieren.

Ein „Abfallprodukt“ der Flusskontrolle ist die Einhaltung der Reihenfolge der Rahmen, so dass alle FCoE-Rahmen in der selben Reihenfolge beim Empfänger ankommen, wie sie vom Sender gesendet wurden. Dies ist eine weitere Voraussetzung für die korrekte Funktion von FCoE gemäß dem Standard.

Eine weitere Voraussetzung ist der Vollduplex-Betrieb des für FCoE verwendeten Ethernet-Links. Der Vollduplexmodus wird aber ohnehin von allen heutigen Ethernet-Endgeräten und Ethernet-Switches unterstützt.

FC-BB\_E kapsuliert Fibre-Channel-Rahmen der Klassen 2, 3 oder F in einem eigens definierten FCoE-Format, das in einen Ethernet-Rahmen passt und somit über Ethernet übertragen werden kann (Voraussetzung ist die Unterstützung von Jumbo Frames). Dabei ist die Unterstützung der Klasse 3 zwingend, während die Unterstützung der beiden anderen Klassen optional ist. Der Unterschied zwischen den Klassen 2 und 3 besteht darin, dass bei der Klasse 3 anders als in der Klasse 2 nicht die ein-

zelnen Rahmen vom Empfänger bestätigt werden, sondern der Quittierungsmechanismus den höheren Protokollen überlassen wird, die ganze Sequenzen von Fibre-Channel-Rahmen bestätigen und nicht einzelne Rahmen.

Hinsichtlich Signalverzögerungszeit durch Ethernet-Bridges (Switches) stellt FCoE keine strengere Anforderung als IEEE 802.1Q-2005, nämlich 500 Millisekunden. Dieser Wert wird praktisch von jedem heutigen Ethernet-Netz selbst bei Hochlast eingehalten.

**Einordnung in die Protokollhierarchie**

Abbildung 12 zeigt die Einordnung von FCoE in die Protokollhierarchie von Fibre Channel.

Dabei werden die unteren Protokollschichten, FC-0 (physikalische Schnittstelle) und FC-1 (Kodierung) durch die Ethernet-Schichten PHY und MAC ersetzt. FC-2 wird teilweise durch die FCoE-Instanz ersetzt. Der obere Teil von FC-2, der sich z.B. mit solchen Funktionen wie N-Port Login befasst, bleibt erhalten.

Die Protokollhierarchie ist bei Fibre-Channel-Endgeräten und -Switches unterschiedlich. Die Abbildung 13 zeigt die Einordnung von FCoE in die von Switches zu unterstützenden Protokolle.

Fibre-Channel-Switches sind für höhere Fibre-Channel-Protokolle als FC-2 transparent und übertragen diese, ohne sie zu interpretieren oder zu verarbeiten. Da aber bei FCoE Teile von FC-2 sowie FC-1 und FC-0 ausgetauscht werden, sieht ein FCoE-Switch entsprechend anders als ein FC-Switch aus.

Für Endgeräte ändert sich entsprechend der Teil des FC-Protokollstapels, der durch Ethernet bzw. FCoE ersetzt wird (siehe Abbildung 14). Die höheren Protokolle bleiben unverändert.

Mit FCoE ersetzen virtuelle Fibre-Channel-Links, die physikalisch über Ethernet geschaltet werden, die physikalischen FC-Links in einem nativen FC-Netz.

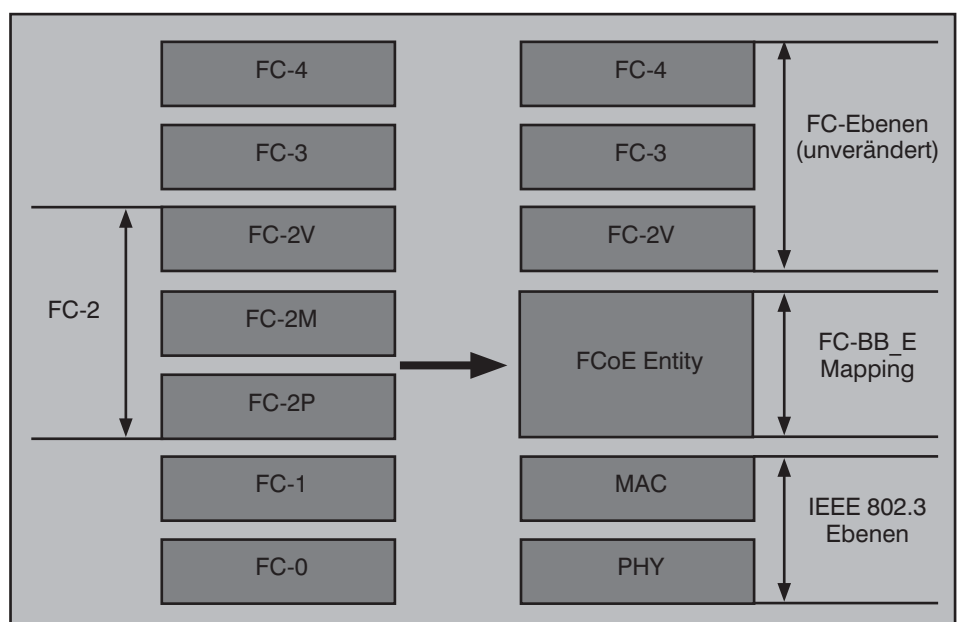


Abbildung 12: Wie FCoE in die Fibre-Channel-Protokoll-Hierarchie einzuordnen ist

FCoE-Standard fertiggestellt: Noch mehr Auswahl für Speichernetze

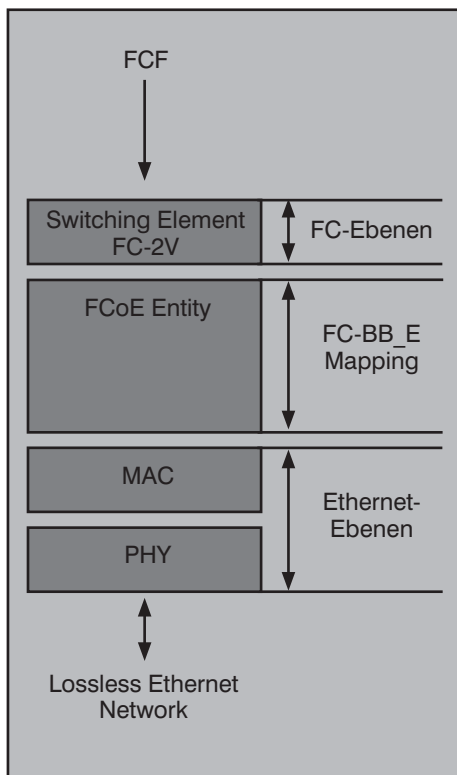


Abbildung 13: FCoE als von Switches zu unterstützendes Protokoll

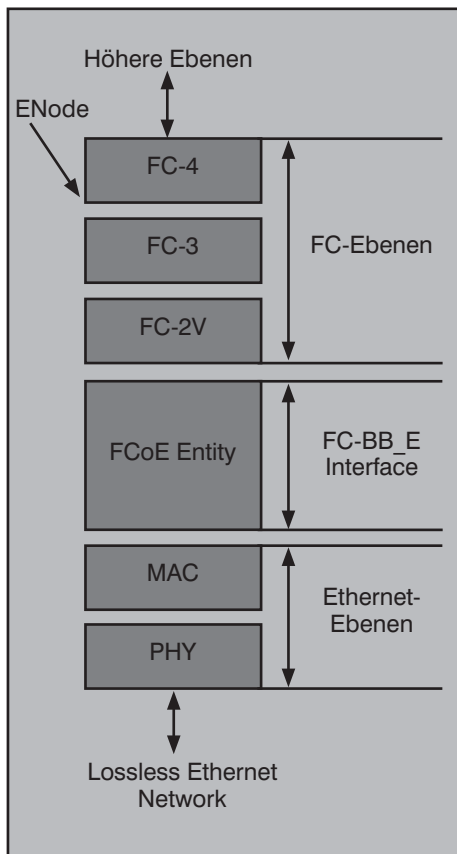


Abbildung 14: FCoE als von Endgeräten zu unterstützendes Protokoll

**Zuordnung von MAC-Adressen**

Ein FCoE-fähiges Endgerät wird im Rahmen des FCoE-Standards als ENode bezeichnet. Zu jedem ENode gehört mindestens eine Ethernet-MAC-Instanz (gekennzeichnet durch eine Ethernet-MAC-Adresse), die von einem FCoE Controller gesteuert wird. Der FCoE Controller arbeitet das FCoE Initialization Protocol (FIP) ab, das die FCoE-Instanz(en) auf einem Endgerät startet und arbeitsfähig macht.

FCoE-Endgeräte können zwei Typen von MAC-Adressen für ihre VN\_Ports verwenden:

- Fabric Provided MAC Addresses (FP-MAs): Diese werden von Switches im Zuge der Zuordnung einer N\_Port\_ID zu einem VN\_Port vergeben. Die ersten drei Bytes der MAC-Adresse bezeichnen die Fabric und die letzten drei Bytes sind mit der N\_Port\_ID identisch. So ist die Eindeutigkeit jeder zu einem VN\_Port zugehörigen MAC-Adresse gewährleistet. Der Fabric-Teil der MAC-Adresse wird entweder administrativ gesetzt oder mit einem Default-Wert versehen. Die hexadezimalen Werte 0E FC 00 bis 0E FC FF sind bezeichnenderweise für die administrativ zu vergebenden ersten drei Bytes der MAC-Adressen in einer Fabric reserviert.

- Server Provided MAC Addresses (SP-MAs): Diese werden einem ENode von einem anderen ENode vergeben und werden vom Switch lediglich auf Eindeutigkeit geprüft. SP-MAs sind anders als FP-MAs global administrierte MAC-Adressen, d.h. der Wert des ersten Bytes ist immer gerade (das U/L-Bit ist immer 0).

Der FCoE-Standard favorisiert FP-MAs dadurch, dass die Unterstützung von FP-MAs durch Endgeräte und Switches zwingend vorgeschrieben wird, während SP-MAs lediglich als Option vorgesehen sind. Dies war ein Streitpunkt bei der Ausarbeitung des FCoE-Standards, der letztlich zugunsten von FPMA entschieden wurde. Allerdings dürfen SP-MAs statt FP-MAs verwendet werden. FPMA ist zwingend hinsichtlich der Implementierung in den Komponenten, nicht hinsichtlich der Nutzung bei Aufbau eines Netzes.

Ob FP-MAs oder SP-MAs verwendet werden, wird im Rahmen des FCoE Initialization Protocol (FIP) ausgehandelt. Für FCoE und FIP sind eigene, unterschiedliche Ethernet-Typ-Werte vorgesehen, die im Ethernet-Header einzutragen sind.

Die weiteren Funktionen von FIP neben der Adresszuordnung sind wie folgt:

- VLAN Discovery: Die VLANs, die für FCoE verwendet werden, können mittels dieser FIP-Funktion ermittelt werden
- FIP Discovery
- Initialisierung von virtuellen FCoE-Links
- Aufrechterhaltung von virtuellen FCoE-Links

**Oft übersehen: Network File System**

Das über zwei Jahrzehnte alte Network File System (NFS) wurde, wie schon aus dem Namen hervorgeht, dafür entwickelt, ein vernetztes System für den Zugriff auf Dateien aufzubauen, unabhängig davon, auf welchen Servern die Dateien tatsächlich gespeichert sind. Lange Zeit wurde NFS nur mit Applikationen assoziiert, die auf File-Ebene kommunizieren.

Deshalb wird oft übersehen, dass mit der zunehmenden Verbreitung von Network Attached Storage (NAS) mittlerweile NFS auch für Datenbankapplikationen genutzt werden kann. Die Beschränkung auf File-basierende Anwendungen gilt schon lange nicht mehr. Führende Datenbankhersteller wie Oracle haben in ihre Software Mechanismen eingebaut, mit denen auch Datenbankanwendungen NFS nutzen können. Dies ist insbesondere dann interessant, wenn die Datenhaltung auf NAS-Komponenten erfolgt, die ohnehin standardmäßig NFS als Schnittstelle für den Zugriff auf die Daten unterstützen.

Einer der Vorteile eines NAS im Vergleich zu Direct Attached Storage (DAS) und einem Storage Area Network (SAN) ist die vergleichsweise einfache Inbetriebnahme. NAS-Komponenten unterstützen in der Regel von Hause aus NFS. Ohne größeren Konfigurationsaufwand können NFS Clients auf Daten eines NAS zugreifen. Die dazu erforderliche Client-Software ist Bestandteil der meisten Betriebssysteme. Allerdings galt lange, dass der Datenzugriff per NFS nur für File-orientierte Applikationen infrage kommt und keine akzeptable Leistung für Datenbankapplikationen bietet.

Aber spätestens seit der Verfügbarkeit von datenbankoptimierten NFS Clients wie Direct NFS von Oracle kann NFS im Zusammenspiel mit NAS-Speichersystemen auch durchaus für Datenbankanwendungen verwendet werden. Die klassischen Vorteile von NFS, nämlich die einfache Inbetriebnahme und die Verwendung von relativ unproblematischen Mounts statt des allen SCSI-basierenden Systemen gemeinsamen LUN-orientierten Manage-

## FCoE-Standard fertiggestellt: Noch mehr Auswahl für Speichernetze

mentmodells, bleiben, während zusätzlich der Vorteil der Verwendbarkeit für Datenbankanwendungen hinzukommt.

### Fazit

Mit der Verabschiedung des FCoE-Standards haben die Planer und Betreiber von Speichernetzen nunmehr die Möglichkeit, zwischen verschiedenen Technologien und Protokollen für den Aufbau der Speicherumgebung auszuwählen:

- Nach wie vor steht Fibre Channel als etablierte, robuste Technologie, mit der seit Jahren die meisten Speichernetze aufgebaut werden, zur Verfügung. Ein FC-Netz ist völlig unabhängig von Ethernet-Netzen, die für den Client-Server-Verkehr verwendet werden. Damit ist die kritische Server-Speicher-Kommunikation vom Client-Server-Verkehr getrennt. Die Robustheit und die Bewährung in jahrelangen Erfahrungen mit SANs sind die wichtigsten Vorteile von Fibre Channel. Die wichtigsten Nachteile liegen im erforderlichen Aufbau einer anderen Infrastruktur zusätzlich zu Ethernet, einer Infrastruktur, die es gilt zu beherrschen und zu betreiben.
- iSCSI ist längst den Kinderschuhen entwachsen und wird von vielen Unternehmen als SAN-Technologie eingesetzt. Die anfänglichen Bedenken hinsichtlich der begrenzten Leistungsfähigkeit aufgrund des allzu behäbigen TCP/IP-Protokollstapels sind der Einsicht gewichen, dass im Zeitalter immer leistungsfähigerer Hardware auch suboptimale Protokollstapel eine Chance haben. Der wichtigste Vorteil von iSCSI besteht darin, dass diese Technologie von der Schicht 4 (TCP) abwärts 1:1 die selben Protokolle und Verfahren nutzt wie die meisten anderen Applikationen im Unternehmen. Daher ist für iSCSI kein besonderes Netz aufzubauen. Man könnte allerdings nach wie vor aus Gründen der Robustheit und Zuverlässigkeit ein von anderen Netzen getrenntes, exklusives iSCSI-Netz nutzen, aber ein solches Netz ist zumindest genau so aufgebaut wie andere Ethernet/IP-Netze auch. Ein weiterer Vorteil ist die Nutzung des routebaren Internet Protocol, das die Reichweite von iSCSI über die aller anderen Speichernetze ausdehnt.
- FCoE ist mit dem Anspruch entstanden, iSCSI-skeptischen Fibre-Channel-Anwendern den Umstieg auf Ethernet zu erleichtern, indem erstens die Leistungsmerkmale von Fibre Channel wie zuverlässige Übertragung und zweitens das Managementmodell von Fibre Chan-

nel beibehalten werden. Für den eingeleichteten Fibre-Channel-Betreiber ändert sich mit FCoE nichts, außer dass statt Fibre-Channel-Komponenten, die weltweit nur von wenigen Anbietern verkauft werden, Ethernet-Switches und Ethernet-Adapter zum Einsatz kommen können, mit zu erwartenden Preisvorteilen im Vergleich zu Fibre Channel. Allerdings kann das klassische Ethernet nicht 1:1 für FCoE eingesetzt werden. Erforderlich ist eine Erweiterung um den Mechanismus der Flusskontrolle, die den Buffer-to-Buffer-Credits unter Fibre Channel nahe kommt.

- Allen o.g. Technologien ist ein relativ aufwändiges Verfahren der Einrichtung und des Managements gemeinsam, das letztlich auf grundlegenden SCSI-Begrif-

fen wie LUNs aufbaut. Die Inbetriebnahme von SCSI-basierenden Speichermedien war nie ganz einfach. Daher haben sich viele Unternehmen mit einem Modell angefreundet, das sie davon entlastet. Dieses Modell basiert auf dem Network Attached Storage, einer Komponente, die von Hause aus alle erforderlichen Mechanismen und Schnittstellen für den Zugriff auf vernetzten Speicher mitbringt und seit wenigen Jahren nicht nur für File-Applikationen, sondern mit dem Network File System auch für Datenbankanwendungen genutzt werden kann.

Bei keiner der o.g. Technologien zeichnet sich ein baldiges Verschwinden vom Markt ab. So bleibt die Welt der Speicher spannend.

## Aktueller Kongress

### Voice- und Video-Forum 2009 09.11. - 12.11.09 in Königswinter

#### mit neuem Zusatzmaterial



#### Das Plus-Modul

Dieses optional buchbare Modul bietet den Teilnehmern der Veranstaltung (erhältlich ab Oktober 2009):

- Bewertung der Microsoft-OCS-Strategie durch Dr. Jürgen Suppan
- Interviews mit ausgewählten Herstellern
- Basis-Information über Unified Communications
- Das Fazit der Veranstaltung und der Ausblick auf die kommenden Monate durch Dr. Jürgen Suppan
- Den Zugang zum Weg-Diskussions-Forum: Voice- und Video-Technologie, wohin geht der Weg?

Das Plus-Modul kostet 299,- Euro zzgl. MwSt. Die bereitgestellten Trainings-Videos sind kopiergeschützt und exklusiv für die Teilnehmer der Veranstaltung zugänglich.



#### Veranstaltung inklusive Technologie Studie - Neuerscheinung August 2009

Integration des Microsoft Office Communications Servers - Alternative Möglichkeiten der Nutzung und Einbindung in die Unternehmens-Infrastruktur

Wir bieten Ihnen diesen Report bei der Buchung dieses Kongresses zu einem Sonderpreis an. Statt regulär € 249,- zahlen Sie nur € 210,- (alle Preise zzgl. MwSt.)

Moderation: Dr. Jürgen Suppan

Preis: € 2.090,- zzgl. MwSt. bis 15.09.2009 - dann regulär € 2.290,- zzgl. MwSt.



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

# Aktuelle Veranstaltungen

## **Virtualisierungstechnologien in der Analyse, 14.09. - 15.09.09 in Köln**

Dieses Seminar analysiert die verfügbaren Virtualisierungstechnologien der führenden Anbieter. Sie lernen, welche Gestaltungselemente virtuelle Umgebungen haben, angefangen von einfachen und überschaubaren Lösungen bis hin zu komplexen und umfassenden Rechenzentrums-Gesamt-Architekturen. Dabei wird auch der Bedarf an Infrastruktur-Leistung insbesondere auf der Netzwerkseite untersucht.

Preis: € 1.390,- zzgl. MwSt.

## **Sicherheit 1: Grundlagen und Kernbausteine zur erfolgreichen IT-Sicherheit, 14.09. - 18.09.09 in Köln**

Bedrohungen der IT-Sicherheit bestehen für praktisch alle Elemente einer vernetzten IT-Infrastruktur. Die Quelle der Bedrohung kann sowohl von außen auf das Netz wirken als auch von innen stammen. Sicherheit entsteht erst, wenn alle signifikanten Gefahrenbereiche systematisch verriegelt werden. Dieses Seminar identifiziert die wesentlichen Gefahrenbereiche und zeigt effiziente und wirtschaftliche Maßnahmen zur Umsetzung einer erfolgreichen Lösung auf. Dabei wird jeder einzelne Baustein detailliert erklärt und anhand typischer Einsatzszenarien wird der Weg zu einer erfolgreichen Sicherheits-Lösung aufgezeigt.

Preis: € 2.290,- zzgl. MwSt.

## **Sicherheit im LAN mit IEEE 802.1X, 21.09. - 22.09.09 in Köln**

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

Preis: € 1.390,- zzgl. MwSt.

## **Projekt-Erfahrungsbericht: Cisco CallManager Rollout und Migration CUCM Version 6, 21.09. - 22.09.09 in Köln**

Dieses 2-tägige Seminar beschreibt Planung, Installation und den Betrieb einer großen verteilten IP-Telefonie-Lösung auf der Basis des Cisco CallManagers. Es macht deutlich, in welchem Umfang die Standard-Installation angepasst und erweitert werden musste, um den Anforderungen der Teilnehmer zu entsprechen. Auch die Umstellung traditioneller Betriebsabläufe im Änderungs-Management und deren Auswirkung auf die Konfiguration des CallManagers wird beschrieben. In diesem Zusammenhang werden insbesondere auf die Akzeptanz der Benutzer und die damit notwendigen Änderungen in der Bedienung der Telefone eingegangen.

Preis: € 1.390,- zzgl. MwSt.

## **Unified Communications mit Siemens - HiPath 8000 & OpenScape im Überblick, 21.09. - 22.09.09 in Köln**

Mit der Zusammenführung der rein SIP-basierten TK-Lösung HiPath 8000 und der Applikation-Suite OpenScape präsentiert Siemens ein umfangreiches Kommunikationsprodukt, das verspricht, im Sinne von Unified Communications alle modernen Kommunikationstechnologien unter einer gemeinsamen Struktur für den Endanwender steuerbar und nutzbar zu machen. So wurden neben der in der Tradition der bekannten HiPath-Telefonanlagen stehenden Sprachlösung weitere Dienste und Leistungsmerkmale wie Präsenzanzeige, Erreichbarkeitsanzeige, regelbasierte automatische Steuerung der Erreichbarkeit, Instant Messaging, Fax und E-Mail sowie Webkollaboration und Videokonferenzsysteme integriert.

Preis: € 1.390,- zzgl. MwSt.

## **TCP/IP und SNMP, 21.09. - 25.09.09 in Köln**

LAN-, WLAN- und WAN-Netzwerke sind heutzutage IP-Netze, und ein Verzicht auf Nutzung des IP-basierten Internet undenkbar. Auch für früher nur mit herstellerspezifischen Protokollen in Verbindung gebrachte Anwendungsgebiete wie Telefonie oder Produktionsumgebungen gibt es mittlerweile geeignete IP-basierte Lösungen. Hersteller und Dienstleister versuchen den Eindruck zu vermitteln, die Nutzung sei kinderleicht, fast schon plug and play - man trägt ein paar Adressen ein (wenn überhaupt), und es kann losgehen. Falsch!

Preis: € 2.290,- zzgl. MwSt.

## **SIP - Basis-Technologie der IP-Telefonie, 28.09. - 30.09.09 in Bad Neuenahr**

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

Preis: € 1.690,- zzgl. MwSt.

## **WAN-Planung für zentrale Dienste, 28.09. - 30.09.09 in Köln**

Wide Area Networks (WAN) müssen kostengünstig, leistungsfähig, skalierbar, hochverfügbar, sicher und managebar sein. Während bis vor wenigen Jahren langfristige WAN-Verträge von drei bis fünf Jahren abgeschlossen wurden, legt die dynamische Entwicklung nahe, die Vertragsbindung zu verkürzen, was mit einem ständigen Planungsprozess einhergeht. Dieser Umstand und die fortlaufenden Veränderungen im Markt zwingen zu einem permanenten Lern- und Informationsprozess, dem auch dieses 3-tägige Seminar dienen soll.

Preis: € 1.690,- zzgl. MwSt.

## **Ethernet-Netzwerke: Techniken, Einsatzgebiete und Betrieb, 28.09. - 30.09.09 in Bad Neuenahr**

Dieses Seminar stellt die aktuellen Ethernet-Themen vor und zeigt, wie etablierte und neue Techniken in bereits wohlbekanntem und zukünftigen Anwendungsgebieten eingesetzt werden können. Zu den analysierten Sonderanwendungsgebieten gehören insbesondere VoIP, Gefahrenmeldetechniken, Industrienetze und Rechenzentrumsbereiche. Mit besonderem Blick auf die Praxis werden Komponenten- und Kabeltechnik erläutert, Planungsregeln vorgestellt, Möglichkeiten und Grenzen von Quality of Service und Risiken durch Fehlentscheidungen bei der Technikauswahl aufgezeigt. Aufbau von Infrastrukturen, Fehlersuche und das allgegenwärtige Thema Sicherheit werden aus der Praxis moderner Ethernet-Netze beleuchtet.

Preis: € 1.690,- zzgl. MwSt.

## Zertifizierungen

### ComConsult Certified Network Engineer

#### Lokale Netze

23.11. - 27.11.09 in Hamburg  
 25.01. - 29.01.10 in Aachen  
 19.04. - 23.04.10 in Aachen  
 13.09. - 17.09.10 in Aachen  
 22.11. - 26.11.10 in Hamburg

#### TCP/IP und SNMP

21.09. - 25.09.09 in Bonn  
 08.02. - 12.02.10 in Köln  
 03.05. - 07.05.10 in Bonn  
 27.09. - 01.10.10 in Stuttgart

#### Internetworking

05.10. - 09.10.09 in Frankfurt  
 22.02. - 26.02.10 in Aachen  
 17.05. - 21.05.10 in Aachen  
 25.10. - 29.10.10 in Aachen

Paketpreis für alle drei Seminare € 6.183,- zzgl. MwSt. (Einzelpreise: je € 2.290,-)

### ComConsult Certified Trouble Shooter

#### Trouble Shooting 1

06.10. - 09.10.09 in Aachen  
 02.02. - 05.02.10 in Aachen  
 18.05. - 21.05.10 in Aachen  
 21.09. - 24.09.10 in Aachen

#### Trouble Shooting 2

03.11. - 06.11.09 in Aachen  
 09.03. - 12.03.10 in Aachen  
 22.06. - 25.06.10 in Aachen  
 26.10. - 29.10.10 in Aachen

Paketpreis für beide Seminare, eine digitale Stromzange, die Prüfung und den Report „Fehlersuche in konvergenten Netzen“ € 4.120,- zzgl. MwSt.  
 (Seminar-Einzelpreis € 2.190,-, mit Prüfung € 2.370,-)

### ComConsult Certified Security Expert

#### Sicherheit 1: Grundlagen und Kernbausteine zur erfolgreichen IT-Sicherheit

14.09. - 18.09.09 in Köln

#### Sicherheit 2: Erarbeitung und Umsetzung von Sicherheitskonzepten

26.10. - 30.10.09 in Aachen

#### Sicherheit 3: Praxis-Intensiv-Seminar zur erfolgreichen Konfiguration von Firewalls, VPNs, Windows Clients und WLANs

23.11. - 27.11.09 in Aachen

Paketpreis für alle drei Seminare und die beiden Reports „VPN-Technologien: Alternativen und Bausteine einer erfolgreichen Lösung“ und „Sicherheit in Wireless LANs“. € 6.183,- zzgl. MwSt. (Einzelpreise: je € 2.290,-)

### ComConsult Certified Voice Engineer

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

28.09. - 30.09.09 in Bad Neuenahr  
 23.11. - 25.11.09 in Hamburg  
 15.03. - 17.03.10 in München  
 28.06. - 30.06.10 in Bonn  
 22.11. - 24.11.10 in Hamburg

#### Basis-Seminar: Sicherheitsmechanismen für Voice over IP

05.10. - 06.10.09 in Frankfurt  
 01.03. - 02.03.10 in Nürnberg  
 21.06. - 22.06.10 in Bonn  
 03.11. - 04.11.10 in Bonn

#### Alternative 1: IP-Telefonie und Unified Communications erfolgreich planen und umsetzen

02.11. - 04.11.09 in Frankfurt  
 08.03. - 10.03.10 in Aachen  
 07.06. - 09.06.10 in Königswinter  
 04.10. - 06.10.10 in Bonn

#### Alternative 2: IP-Telefonie: Vorbereitung, Migration, Management

26.10. - 28.10.09 in Berlin  
 22.02. - 24.02.10 in Berlin  
 14.06. - 16.06.10 in Frankfurt  
 25.10. - 27.10.10 in Stuttgart

#### Optionales Einsteiger-Seminar: IP-Wissen für TK-Mitarbeiter

09.11. - 10.11.09 in Königswinter  
 08.02. - 09.02.10 in Köln  
 03.05. - 04.05.10 in Bonn  
 27.09. - 28.09.10 in Stuttgart  
 15.11. - 16.11.10 in Königswinter

Basis-Paket Alternative 1: Beinhaltet die zwei Basis-Seminare und Seminar „Alternative 1“  
 Grundpreis: € 4.250,- zzgl. MwSt. statt € 4.770,- zzgl. MwSt.

Basis-Paket Alternative 2: Beinhaltet die zwei Basis-Seminare und Seminar „Alternative 2“  
 Grundpreis: € 4.250,- zzgl. MwSt. statt € 4.770,- zzgl. MwSt.

Optionales Einsteigerseminar: Aufpreis € 990,- zzgl. MwSt. statt € 1.390,- zzgl. MwSt.

## Impressum

Verlag:  
 ComConsult Technology Information Ltd.  
 ComConsult Research  
 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