

**Zeitschrift:** Comtec : Informations- und Telekommunikationstechnologie = information and telecommunication technology

**Herausgeber:** Swisscom

**Band:** 83 (2005)

**Heft:** 3

**Artikel:** NGN-Netzwerke als Basis für Triple Play Services

**Autor:** Wagner, Hubert / Hugentobler, René

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-877116>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 04.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# NGN-Netzwerke als Basis für Triple Play Services

HUBERT WAGNER UND RENE HUGENTOBLER **Um sich für die Zukunft zu rüsten, investieren Service Provider weltweit in Netzwerke der nächsten Generation.** «**Next Generation Networks» (NGN) und Triple Play sind die Schlagwörter, die mehr Services zu niedrigeren Kosten versprechen.**

Das aktuelle Ausbauprojekt «Triple Play Core» von Swisscom Fixnet bietet die einmalige Chance, diese Thematik in der Praxis näher zu analysieren.

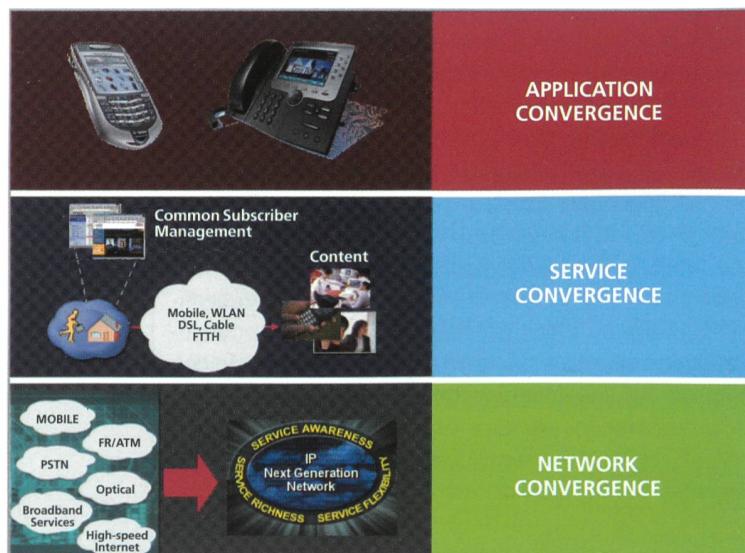
## NGN und Triple Play Services

Die fundamentalen Eigenschaften eines NGN werden gemäss International Telecommunication Union (ITU) wie folgt spezifiziert:

- Verschiedene Services über diverse Medien
- Entkoppelung der Services vom Netzwerk, sodass der Service nicht vom Typ des unterliegenden Netzwerks limitiert wird
- Zusammenschlüsse existierender Netzwerke in ein einziges neues Netzwerk
- Offene Schnittstellen, die dem Service Provider eine erhöhte Flexibilität erlauben
- Generalisierte Mobilität, die den Endbenutzern erlaubt, Services zu beziehen, wo immer sie auch sind
- End-to-End Quality of Service

Obwohl in der Telekomindustrie auch andere Begriffe für NGN benutzt werden, teilen diese jedoch die meisten Eigenschaften dieses Grundkonzepts.

Bild 1. Übersicht «Next Generation Network»



IP NGN basiert auf der Konvergenz verschiedener Layers. Dies wird einerseits getrieben von den Kunden, die neue innovative Applikationen und Services auf verschiedenen Endgeräten jederzeit zur Verfügung haben wollen, und andererseits von der operativen Seite, die neue Services schnell und kosteneffizient anbieten.

Konvergenz ist ein Grundpfeiler des gesamten NGN-Konzepts. Sie besteht aus drei Teilen (Bild 1):

### Netzwerk-Konvergenz

IP erlaubt die Konvergenz unterschiedlicher Netzwerke. Alle Services werden über ein einziges Netzwerk abgewickelt, was die Total Cost of Ownership nachhaltig reduziert. Es ist der erste Implementationsschritt und die Basis für ein IP NGN.

### Service-Konvergenz

Diese nutzt die Netzwerkintelligenz der Infrastrukturen zur Sicherung der Verfügbarkeit von Diensten unabhängig von der Art des Zugangsnetzwerks und steigert so die Kundenzufriedenheit. Im Provider-Markt wird Service-Konvergenz immer wichtiger, um sich im Wettbewerb von Mitbewerbern zu differenzieren.

### Applikations-Konvergenz

Diese Konvergenz integriert Anwendungen auf der Basis einer offenen Systemarchitektur. Dadurch können Betreiber verschiedene Services kostengünstig kombinieren und für unterschiedliche Endgeräte zur Verfügung stellen. Zudem wird diese Konvergenz durch die Kundengeräte getrieben, die durch ihr Einsatzgebiet und Funktionsumfang immer mehr die traditionellen Grenzen vermissen.

Mit allen Vorteilen, die ein NGN bietet, liegt es nahe, die geplanten Triple Play Services, also Voice-, Video- und Daten-Dienste aus einer Hand in die Service-Konvergenz-Ebene zu integrieren. Nur so kann der Service erfolgreich am Markt angeboten werden.

### Ausgangslage des Triple Play Core Project

Das Triple-Play-Core-Ausbauprojekt von Swisscom Fixnet wurde im Rahmen des Triple-Play-Infrastruktur-Programms von Fixnet gestartet und hat zum Ziel, das bestehende IPSS-Netz auf ein NGN-Niveau zu bringen. Haupttreiber des Projekts ist der zukünftige Bandbreitenbedarf für den existierenden BBCS (Broadband Connectivity Service). Dieser Bandbreitenbedarf wird durch die Einführung von Triple Play Services noch zusätzlich vergrößert. Bild 2 zeigt eine Bandbreitenprognose für die IPSS-Plattform.

BBCS belegt heute mit Abstand den grössten Anteil am Gesamtverkehrsaufkommen und ist ein zentrischer Service, da über 80% des Verkehrs über einen einzigen PoP (Point of Presence) zu- oder abgeführt wird. Würde man heute mit diesen Informationen einen Backbone bauen, so resultierte eine sternförmige Topologie. Das heutige IPSS-Netzwerk wurde jedoch vor sechs Jahren entworfen. Damals waren SDH, die bevorzugte Transporttechnologie und optische Transportplattformen, nicht verfügbar. Die heutige Topologie des Netzwerks folgt einer Ringstruktur (Bild 3).

Die Prognose des in Zukunft benötigten Bandbreitenbedarfs zeigte sofort, dass in einem weiteren Schritt eine Kosten-Nutzen-Analyse erarbeitet werden musste, um einen einfachen Kapazitätsausbau mit der Einführung einer neuen Topologie zu vergleichen. Zusätzlich sollte die Netztvision von «Ethernet everywhere» im IPSS-Netz umgesetzt werden, wobei IP und MPLS als Transporttechnologien weiterhin von strategischer Bedeutung sind.

Abschliessend war noch eine Gesamtbetrachtung der Services, die heute und künftig auf dem Backbone transportiert werden sollen, notwendig. Dies hat einen direkten Einfluss auf die SLAs (Service Level Agreements) und auf das Ausmass, in dem das Netz an BBCS angepasst werden darf, da eine Optimierung immer mit einem Verlust von Flexibilität einhergeht. Dabei sind die Anforderungen der existierenden und der neuen Triple Play Services bereits detailliert bekannt. Die zukünftigen Anforderungen der Fixed-Mobile-Konvergenz sind im Detail noch nicht bekannt. Deshalb ist eine hohe Flexibilität für die Einführung neuer Funktionen von strategischer Bedeutung.

#### Fallstudie eines Fixnet Triple Play Core Project

Basierend auf diesen Grundvoraussetzungen wurden drei Szenarien erarbeitet. Ersteres behält die existierende IPSS-Ringtopologie bei und löst die Bandbreiten und Servicebedürfnisse mit einem Ausbau der existierenden Plattformen sowie der Einführung von neuen Funktionalitäten. Diese Variante wurde sehr rasch als nicht sinnvoll erwogen. Die Grundinvestitionen sind zwar gering, aber die operativen Kosten werden hoch, da wegen der suboptimalen Architektur Ausbauschritte in kurzen Etappen hätten vollzogen werden müssen.

Da sich die beiden verbleibenden Varianten beide nach der Sterntopologie richten, war die Frage der Topologie bereits gelöst.

Die Sterntopologie hat einen weiteren Vorteil, der in Bild 4 ersichtlich wird: Braucht ein Aggregations-PoP mehr Kapazität, kann ein paralleler Link zum Core Router gezogen werden, ohne die anderen zu berühren. Der Hauptunterschied der verbleibenden Varianten liegt darin, dass sich die eine auf L3-Elemente (Router) beschränkt, die andere jedoch einen Mix aus Elementen von Layer 2 und Layer 3 zulässt. Der Vorteil der zweiten Variante liegt auf der Hand: Switches (Layer 2) sind billiger als Routers (Layer 3), was reduzierte CAPEX bedeutet.

Neben reinen Kostenfaktoren war die Verfügbarkeit ein wichtiges Thema. Da eine vollständige Redundanz im Netz gefordert ist, müssen die Core Nodes doppelt vorhanden sein. Im Projekt wurden deshalb die Begriffe von «Dual-Star-L3-Aggregation» und «Dual-Star-L2-Aggregation»

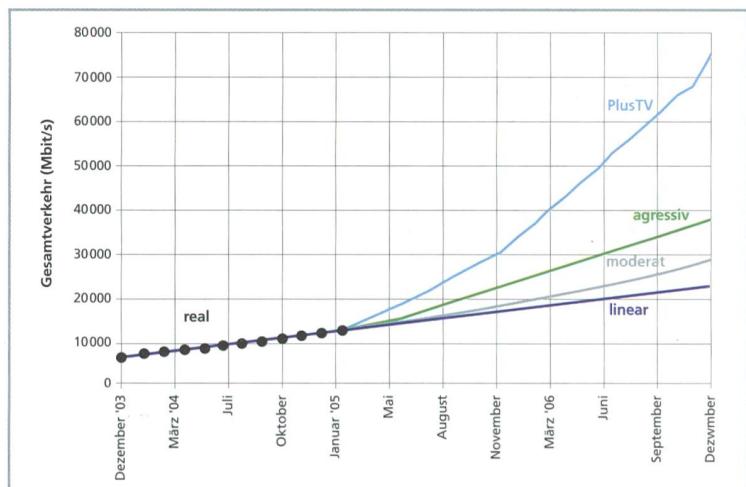


Bild 2. Bandbreitenprognose IPSS Core.

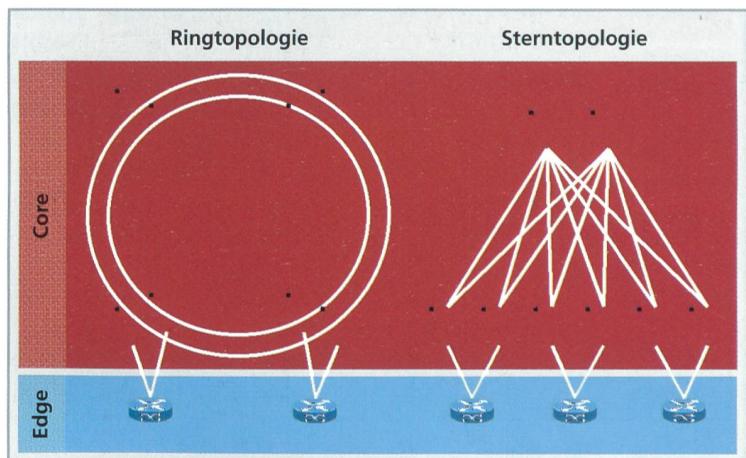


Bild 3. Ring- und Sterntopologie.

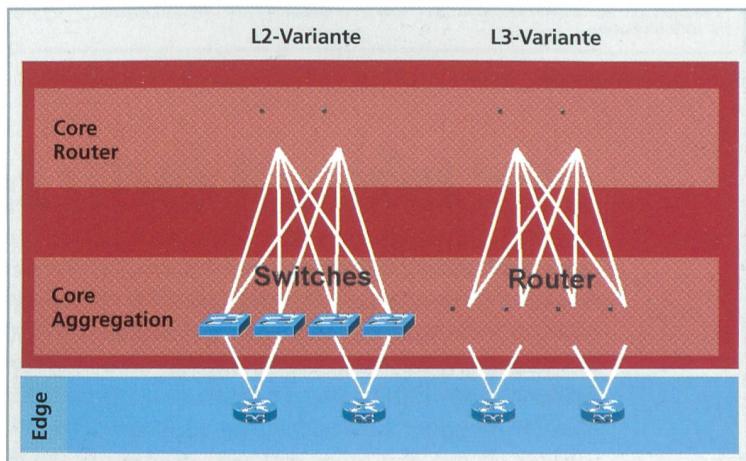


Bild 4. Layer-3- und L2-Dual-Star-Aggregation.

definiert (Bild 4).

Zusätzlich wurden Untervarianten kreiert, die vor allem für Verfügbarkeitsbetrachtungen durch Einfügung von Ausgleichslinks verwendet wurden. Aufgrund der limitierten Länge dieses Beitrags wird auf eine nähere Abhandlung verzichtet.

Die technischen Anforderungen, mit denen beide Ansätze konfrontiert werden, umfassen folgende Themen:

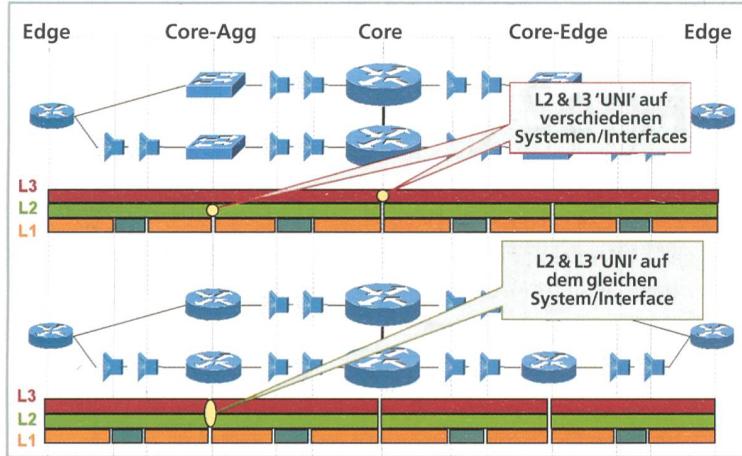


Bild 5. Schnittstellenproblematik.

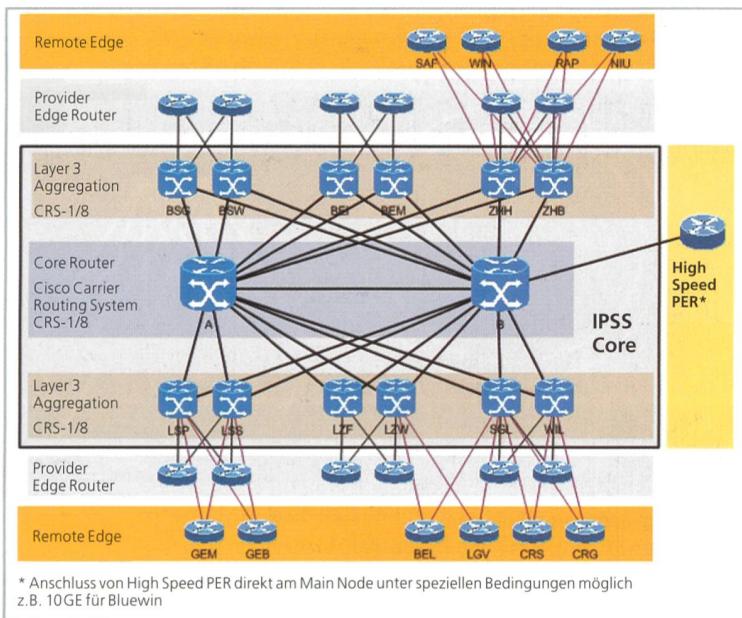


Bild 6. Layer-3-Topologie, basierend auf einem CRS-1 Router von Cisco Systems.

### Verfügbarkeit

Das zukünftige Netz soll eine Verfügbarkeit von 99.999% erreichen, was einer ungeplanten jährlichen Ausfallzeit von unter 5 Minuten und 15 Sekunden entspricht. Neben einer voll redundanten Netzarchitektur wird auf den Netzwerkelementen die Ausfallzeit Modulare Operating Systems und der Einführung von Mechanismen wie NSF (Non Stop Forwarding), SSO (Stateful Switchover), Graceful Restart und ISSU (In Service Software Upgrades) reduziert.

### Konvergenz

Schnelle Konvergenz von Netzwerk und Netzwerkelementen im Fehlerfall ist ein Muss für Triple Play Services. Ethernet ist zwar eine kostengünstige Technologie. Ihr fehlen aber die Möglichkeiten, Link downs schnell zu erkennen, wie es in der SDH-Technologie schon lange möglich ist. In diesem Rahmen wurden «Fast IGP Convergence» und «Fast Reroute» (FRR) betrachtet.

«Fast IGP Convergence» baut auf der Optimierung des internen Routing-Protokolls auf. Sie ist sehr einfach zu kon-

figurieren und zu operieren. Damit werden Konvergenzzeiten unter einer Sekunde erreicht.

MPLS Fast Reroute ermöglicht Umschaltzeiten von unter 50 ms. Der Nachteil liegt darin, dass jeder Link explizit geschützt werden muss. Soll zusätzlich auch ein Node Protection (Umleitung des Verkehrs beim Ausfall eines Netzwerkelements) erreicht werden, so werden die entsprechenden Berechnungen noch komplexer. In diesem Fall wird der Einsatz von Offline-Berechnungs-Tools notwendig.

Beide Ansätze bauen auf BFD (Bidirectional Forwarding Detection), das ein von Layer 2 unabhängiges Hello-Protokoll ist und Link downs innerhalb von Millisekunden erkennen kann. Damit wird der wegfallende Hauptvorteil von SDH kompensiert.

Die Lösung liegt nun in der Kombination von «Fast IGP Convergence» und FRR. Als Standard wird «Fast IGP Convergence» eingesetzt. Wo schnellere Konvergenz notwendig ist, kann fallweise FRR eingesetzt werden.

### Quality of Service

Das existierende Diffservemodell muss unabhängig von einer Layer-2- oder Layer-3-Variante unterstützt werden. Zusätzlich muss die gewählte Lösung flexibel sein, um neue Klassen zu unterstützen. Um die NGN-Vision (Entkopplung) zu stützen, werden Klassen nicht Service spezifisch, sondern aufgrund einer sinnvollen Kombination der Messwerte wie «delay», «jitter» und «packet loss» definiert. Die entsprechenden Services können dann der passenden Klasse zugeordnet werden. Kann ein neuer Service keiner existierenden Klasse zugeordnet werden, so wird eine neue Klasse implementiert, von der wiederum zukünftige Services profitieren. Dadurch werden die Kundenbedürfnisse abgedeckt und der Aufwand in Grenzen gehalten.

### Multicast

Die Unterstützung von Layer 3 Multicast ist zwingend erforderlich. Dabei ist eine effiziente Replikation der Multicast-Pakete im Netz und in den Netzwerkelementen wichtig, um Engpässe zu vermeiden.

### Ausbaubarkeit

Das Netz und die Netzwerkelemente müssen flexibel erweiterbar sein. Im neuen Netz wird mit 10-Gbit-Ethernet gearbeitet, und dank der Sternarchitektur können Links problemlos hinzugefügt werden. Ansätze wie Multichassis-Architekturen spielen eine wichtige Rolle. Diese erlauben es, Netzwerkelemente unterbrechungsfrei von 640 Gbit auf eine Kapazität von bis zu 92 Terabit (Cisco CRS-1) auszubauen. Zudem soll die Konsolidierung von Edge und Core Services auf eine einzige Plattform künftig möglich sein.

### Betrieb

In diesem Punkt wird vor allem Wert darauf gelegt, dass das Netzwerkverhalten pro- und reaktiv überwacht werden kann. Proaktive Überwachung kann zum Beispiel durch Einführung von Proben erfolgen, die Nutzverkehr simulieren, auswerten und gegebenenfalls Alarne generieren. Idealerweise sollen solche Werkzeuge im Netzwerkelement integriert sein. Unter reaktiven Mitteln versteht man Werkzeuge, die helfen, Fehler schneller zu lokalisieren. Im MPLS-

Umfeld sind dies typischerweise OAM-Funktionen wie «LSP Ping» und «LSP Traceroute».

#### Sicherheit:

Das Netzwerk soll resistent gegen Attacken sein. Funktionalitäten wie «Control Plane Policing» (Limitierung des Kontrollverkehrs pro Netzwerkelement) verhindern, dass ein Netzwerkelement bei DoS-Attacken unerreichbar wird. Die Kommunikation zu den Managementsystemen wird verschlüsselt.

#### «And the winner is...»

Nachdem beide Varianten mit den Anforderungen konfrontiert wurden, kristallisierte sich Folgendes heraus: Trotz CAPEX-Vorteilen weist die Layer-2-Aggregationsvariante aus technischer Sicht einige Schwachstellen auf. Diese sind teilweise so gravierend, dass dringend benötigte Funktionalitäten nicht implementiert werden könnten.

Folgende Punkte erläutern die wesentlichen Nachteile der Layer-2-Variante:

Durch die Mischung von Switches und Routers im Core wird die operative Komplexität massiv erhöht. Der Ethernet Layer muss zusätzlich gemanagt werden (Bild 5). Deshalb ist es sinnvoll, ein reines IP- und Optical-Netz zu realisieren, in dem sämtliche Funktionen abgebildet werden.

L2-Aggregation bedingt eine virtuelle LAN-Konfiguration auf den Main Core Nodes und den Edge Devices. Die L3-Kommunikation findet direkt zwischen den Edge Devices und den Main Core Nodes statt. Deshalb hätte jede Änderungen im Edge auch eine Konfigurationsanpassung auf dem Main Core Node zur Folge. Anpassungen auf den Main Core Nodes sollen aber auf ein Minimum beschränkt werden, um das Risiko von Konfigurationsfehlern zu vermeiden.

QoS muss End-to-End gewährleistet werden. Mit der Variante L2-Aggregation wird dies erheblich komplexer.

Möglich ist die Implementation von QoS Features auf dem L2-Element. Dies setzt voraus, dass der Verkehr auf dem Aggregationsabschnitt anhand von Layer-2-Informationen markiert und klassifiziert wird. In der Folge entsteht ein zusätzlicher Aufwand, um das QoS-Konzept auch auf Layer 2 umzusetzen.

#### Konvergenz

Mit der L2-Aggregation werden Fast-Reroute- und Fast-Convergence-Mechanismen zwischen den Core Nodes verunmöglicht. Fehler im Core wirken sich immer direkt auf die Edge-Elemente aus. Der Funktionsumfang für die Verbesserung der Konvergenz kann für Produkte verschiedener Hersteller variieren.

#### Fazit

Aus den genannten Gründen hat sich Swisscom Fixnet entschlossen, die Variante Layer 3 Core zu realisieren. Diese Lösung ermöglicht, dem heutigen IPSS-Netzwerk eine NGN-Charakteristik zu verleihen und dadurch die Triple Play Services sowie zukünftige Kundenbedürfnisse flexibel zu erfüllen und zugleich operative Kosten niedrig zu halten.

Als Router-Plattform entschied sich Swisscom Fixnet für die CRS-1 (Carrier Routing System)-Serie von Cisco Systems (Bild 6). CRS-1-Systeme bieten dank der modularen IOS XR Software Ausbaubarkeit mit Multichassis und Verfügbarkeitsfunktionen und damit die ideale Voraussetzung für ein NGN.

Der Begriff «Next Generation Network» dürfte zudem bald überholt sein. Wenn Sie diesen Artikel lesen, wird sich das Projekt bereits in der Pilotphase befinden. ■

Hubert Wagner, Swisscom Fixnet AG, Fixnet Wholesale, Network Development, hubert.wagner@swisscom.com

René Hugentobler, Systems Engineering, Cisco Systems Schweiz, rhugento@cisco.com

Markt

## 10 Gigabit Ethernet über Kupfer



Die neue Dimension bei Datennetzen steht vor der Tür: 10 Gigabit Ethernet (10 GE) über Kupferkabel. Der neue Standard der IEEE 802.3 unterstützt sternförmige strukturierte Verkabelungen über Kupferleitungen nach ISO/IEC 11801 oder TIA-568-B mit einer Reichweite bis zu 100 m. Das heißt, in naher Zukunft werden 10 GE nicht nur über vergleichsweise teure Glasfaserstrecken im MAN- und

WAN-Bereich laufen, sondern auch über horizontale, preiswerte Kupferverkabelungen ganze LANs und Datenzentren auf High Speed bringen. Mit ungeschirmten Adern (UTP, Unshielded Twisted Pair) lassen sich zuverlässig nur 55 m überbrücken. Schwierigkeit macht nicht so sehr der nötige höhere Frequenzbereich mit seiner ansteigenden Dämpfung, sondern das Übersprechen von Störungen von außen, genauer gesagt das Power-sum Alien NEXT. Bei ungeschirmten Kabeln ist Power-sum ANEXT aber keine Eigenschaft des Kabels allein, sondern ist von der Installationsweise abhängig. Es kann somit erst bei einem fertig installierten System überprüft werden. Das ist zurzeit aber leider noch nicht möglich, da die entsprechenden Feldmessgeräte fehlen. Der Schweizer Cabling-Spezialist R&M kann schon jetzt 10-GE-taugliche Kupferlösungen anbieten. ■

Info: Reichle & De-Massari AG, Buchgrindelstrasse 13, 8622 Wetikon, Tel. 044 931 97 77, Fax 044 931 93 29, [www.rdm.com](http://www.rdm.com)