

# Alcatel-Lucent OmniSwitch™ - chassisbasierte und stapelbare LAN-Switches

## Anwendungskontinuität durch zuverlässige Netzwerkinfrastruktur

### Zusammenfassung

Ein stetig verfügbarer Zugang zu integrierten Kommunikations-, Produktivitäts- und Multimedia-Anwendungen ist in heutigen Kommunikationsumgebungen, beispielsweise in Unternehmen oder im Bildungs- und Gesundheitssektor von zentraler Bedeutung. Um bei der Nutzung dieser Anwendungen, einen kontinuierlichen Zugriff und eine unterbrechungsfreie Kommunikation zu ermöglichen, muss das lokale Netzwerk (LAN) absolut zuverlässig sein. Die Produktfamilie der chassisbasierten Alcatel-Lucent OmniSwitch Stackable LAN Switches ermöglicht eine hochverfügbare LAN Infrastruktur, die zuverlässig und einfach verwaltbar ist.

Die LAN-Switches der Serie OmniSwitch unterstützt Funktionen, die hohe Zuverlässigkeit und leichte Wartbarkeit über standardbasierte Protokolle für ein hochverfügbares LAN ermöglichen. Die OmniSwitch-Switches unterstützen das ITU-T G.8032/Y.1344 Ethernet Ring Protection (ERP) Protokoll für ausfallsichere Netzwerkverbindungen im Backbone sowie das IEEE 802.3ad-basierte Dual Home Link (DHL) Protokoll für ausfallsichere Edge-Switch-Verbindungen. Die Kombination aus ERP- und DHL-Protokollen führte bei unerwarteten Netzwerkverbindungsausfällen bzw. bei Netzwerkwartungsaktivitäten im Vergleich zur herkömmlichen Implementierung über Spanning Tree-Protokolle (STP) zu deutlich kürzeren Umstellungszeiten in der Netzwerktopologie. Siehe Abbildungen 1 und 2.

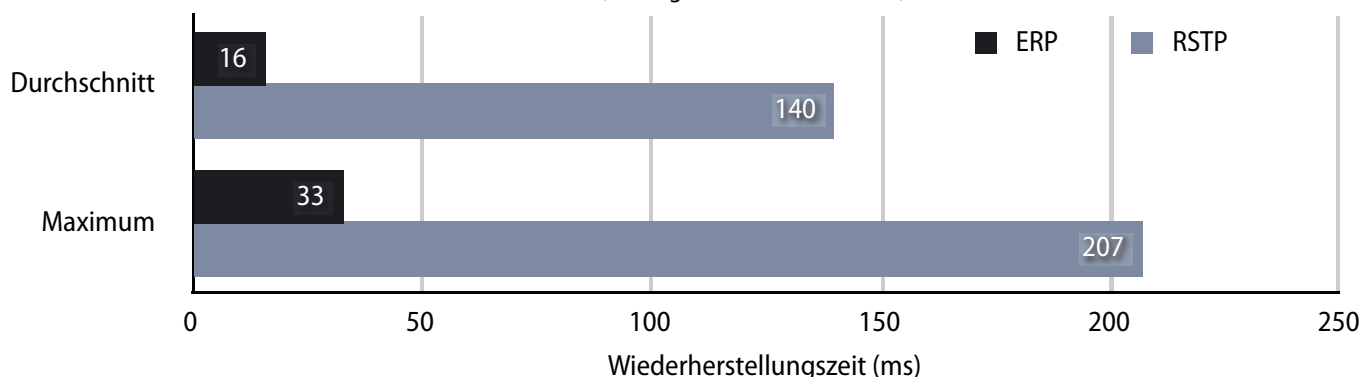
Das OmniVista™ Network Management System (NMS) lieferte zeitnahe Warnmeldungen über Vorfälle im Netzwerk, um den Betrieb, das Management und die Verwaltung (OAM) für Netzwerkadministratoren zu vereinfachen.

### Fazit

Die Switches der Serie OmniSwitch

- 1 Gewährleisten eine nahtlose Verfügbarkeit von IP-Telefonie- und Videokommunikation bei Netzerkausfällen
- 2 Liefert Betreibern Warnmeldungen bei Netzerkausfällen, um eine zeitnahe Fehlerbehebung zu ermöglichen
- 3 Unterstützt eine Wartung von Netzwerkkomponenten ohne Anwendungsunterbrechung
- 4 Nutzt offene standardbasierte Protokolle wie ITU-T G.8032 ERP, IEEE 802.1D und IEEE 802.1w gegen Netzerkausfälle
- 5 Erreichte bei Verwendung von ERP eine Wiederherstellung nach Verbindungsabbriss im Backbone-Ring innerhalb von weniger als 50 ms (Durchschnitt: 16 ms) für Layer-2-Datenverkehr und innerhalb von weniger als 260 ms (Durchschnitt: 193 ms) insgesamt

**Backbone-Wiederherstellungszeit (ms) nach Verbindungsabbriss auf Ebene 2**  
**Getestet in einem Netzwerk mit vier Alcatel-Lucent OmniSwitch 9700E Switches**  
 (gemessen über Ixia IxNetwork 5.30)  
 (Niedrigere Werte sind besser)



Quelle: Tolly, Februar 2010

Hinweis: ERP beruht auf dem ITU-T G.8032/Y.1344 Standard.

Abbildung 1



## Einführung

Eine robuste und hochverfügbare Netzwerkinfrastruktur ist von zentraler Bedeutung, wenn es darum geht, Endanwendern einen unterbrechungsfreien Zugang zu Anwendungen und Kommunikationsstrukturen bereitzustellen. Es ist nicht nur wichtig, die Anzahl von Wartungsfenstern für das Netzwerk (die sich auf die Netzwerkverfügbarkeit auswirken) zu minimieren, die geplanten Wartungsaktivitäten müssen auch mit minimalen Auswirkungen auf die reguläre Netzwerkleistung umgesetzt werden können.

Die chassisierten stackable LAN-Switches der OmniSwitch Serie wurden verwendet, um

ein Netzwerk einzurichten. Zusätzlich zum regulären Datenverkehr umfasste der für die Tests verwendete Datenverkehr Echtzeitanwendungen wie Alcatel-Lucent OmniPCX Enterprise für IP-Telefonie und Alcatel-Lucent My Teamwork für Videokommunikation.

Die Tests wurden mit dem Ziel durchgeführt, die Vorteile zu untersuchen, die die Alcatel-Lucent-Implementierung mit modernen Protokollen wie ITU-T G.8032 ERP und IEEE 802.3ad-basiertem DHL hinsichtlich der Widerstandsfähigkeit gegen Verbindungsausfälle und der Wartungsaktivitäten im Vergleich zu herkömmlichen Implementierungen mit IEEE STP-basierten Netzwerken bietet.

**Alcatel-Lucent**

**LAN-Switches der OmniSwitch-Serie**



**Beurteilung der Funktionen zur Erhöhung der Netzwerk-zuverlässigkeit**

*Test im Februar 2010 durchgeführt*

### Gemessene Netzwerkwiederherstellungszeit nach Verbindungsausfällen und Auswirkungen (gemessen über Ixia IxNetwork 5.30)

Netzwerksegment	Wiederherstellungszeit (ms)									
	Ebene 2					Ebene 3				
	ERP		Rapid Spanning Tree (IEEE 802.1w)		ERP		Rapid Spanning Tree (IEEE 802.1w)		Spanning Tree Protocol (IEEE 802.1D)	
	Durchschnitt	Maximum	Durchschnitt	Maximum	Durchschnitt	Maximum	Durchschnitt	Maximum	Durchschnitt	Maximum
Backbone	16	33	140	207	193	260	908	1,424	34,241	35,034
Netzwerksegment	DHL		Rapid Spanning Tree (IEEE 802.1w)		DHL		Rapid Spanning Tree (IEEE 802.1w)		Spanning Tree Protocol (IEEE 802.1D)	
Auf Netzwerk-Zugriffsebene	Nicht zutreffend (siehe Hinweis unten)				86	116	518	601	35,251	35,568
Zum Core/Rechenzentrum	20	26	76	211	696	712	340	435	35,026	35,065

Anwendung	Auswirkungen <sup>†</sup> auf die Anwendungs-Performance		
	ERP and DHL	Rapid Spanning Tree (IEEE 802.1w)	Spanning Tree Protocol (IEEE 802.1D)
IP-Telefonie	Keine hörbaren Auswirkungen	Vorübergehende Audio-Unterbrechung	Längerer Audio-Ausfall während der Wiederherstellungszeit
Videokonferenzen	Vorübergehende Unterbrechung der Bewegungen	Vorübergehende Unterbrechung der Bewegungen	Längerer Video-Ausfall während der Wiederherstellungszeit

Hinweis:

\* Datenverkehr der Ebene 2 lief in der Testumgebung nicht über die Access-Switches sondern wurde vom Backbone und den Netzwerk-Core-Switches gesteuert. Daher wurden im Fall von Verbindungsausfällen auf der Zugriffsebene keine Netzwerkwiederherstellungszeiten auf Ebene 2 erfasst.

†Die Auswirkungen auf die Anwendungs-Performance entsprechen der subjektiven Meinung des Technikers hinsichtlich des Schweregrads der Audio- und Video-Störung.

Quelle: Tolly, Februar 2010

Abbildung 2

## Testszenarios

Die Techniker testeten drei Szenarien mit derselben Hardware und demselben Layout, jedoch mit unterschiedlichen OmniSwitch-Softwarekonfigurationen:

- IEEE 802.1D Spanning Tree-Protokoll
- IEEE 802.1w Rapid Reconfiguration Spanning Tree-Protokoll (RSTP)
- ITU-T G.8032 Ethernet Ring Protection und IEEE 802.3ad-basierter Dual Home Link

Die Techniker erfassten bei den Verbindungsausfalls- und Wartungstests außerdem:

- den detaillierten zeitlichen Ablauf der Topologie-Wiederherstellung in Millisekunden.
- das beobachtbare Anwendungsverhalten wie z.B. Kommunikationsstörungen
- eine angemessene Signalisierung der Statusänderungen an das NMS

## Die Ergebnisse im Überblick

Die Testergebnisse zeigen, dass bei Verwendung von Ethernet Ring Protection sowie Dual Home Link keine hörbaren Auswirkungen auf Telefongespräche verzeichnet wurden. Die Wiederherstellung der Backbone-Verbindung dauerte weniger als 50 ms, und bei der Wartung lag die Wiederherstellungszeit für das gesamte Netzwerk im ungünstigsten Fall bei weniger als 300 ms. Das Netzwerk war außerdem in der Lage, entsprechende Meldungen an das OmniVista NMS zu übermitteln, um die Netzwerkadministratoren zu benachrichtigen.

Wie die Ergebnisse in Abbildung 2 zeigen, konnte die Kombination aus ERP- und DHL-Protokollen durchgehend ein besseres Leistungsverhalten als die Protokolle Spanning Tree (IEEE 802.1D) und Rapid Spanning Tree (IEEE 802.1w) erreichen. Dies bezieht sich sowohl auf die Wiederherstellungszeiten nach einer Unterbrechung, als auch auf die Auswirkungen von Netzwerkstörungen auf die Anwendungs-Performance.

### Zeit zur Verbindungswiederherstellung auf Ebene 2

#### Bei Verwendung von DHL

Die Alcatel-Lucent-Implementierung des DHL-Protokolls (auf der Basis des IEEE 802.3ad Link Aggregation Control-Protokolls) auf Netzwerkzugriffsebene ermöglicht redundante Uplinks zum Netzwerk-Backbone bzw. vom

**Wiederherstellungszeit (ms) bei Wartungsaktivitäten bei Verwendung von ERP und DHL**

Backbone-Switches	Ebene 2		Ebene 3	
	Durchschnitt	Maximum	Durchschnitt	Maximum
Deaktivierung der primären DHL-Verbindung	14	18	58	76
Übergabe von CMM A an CMM B	0	0	175	180
Deaktivierung CMM A	85	256	253	382
Reaktivierung CMM A	0	0	308	334
Aktivierung der primären DHL-Verbindung	0	0	0	0
Rückkehr zu CMM A	4	5	0	0
Umschalten der DHL-Verbindung	15	19	826	907
Software-Upgrade (CMM A->CMM B)	46	273	49	64
Software-Upgrade (CMM B->CMM A)	3	5	59	98
PSU aktivieren/deaktivieren	0	0	0	0
NI aktivieren/deaktivieren	0	0	0	0

Access-Switches	Ebene 2		Ebene 3	
	Durchschnitt	Maximum	Durchschnitt	Maximum
PSU deaktivieren	0	0	0	0
PSU aktivieren	0	0	0	0

Quelle: Tolly, Februar 2010

Abbildung 3

Backbone zum Rechenzentrum. Im Gegensatz zur herkömmlichen Spanning Tree-basierten Architektur lässt sich die Umschaltung von „Standby“ auf „Aktiv“ besser durch vorbestimmte Administratorenentscheidungen (Vorherbestimmung/keine Vorherbestimmung, Timer für Vorherbestimmung) kontrollieren, was die Wahrscheinlichkeit von Link-Flapping reduziert. Bei Spanning Tree durchläuft der alternative Port als vorbestimmte Aktion schnelle Wechsel zwischen „Sperren“ und „Weiterleiten“, was jedoch zu Topologie-Rekonvergenz führen kann. Ein solcher „flatternder“ Link kann ein ganzes Netzwerk destabilisieren.

Bei Verwendung von DHL wurde die Netzwerk-Topologie innerhalb von weniger als 50 ms nach einem Verbindungsabbruch auf Ebene 2 wiederhergestellt. Der Mittelwert lag bei 20 ms, der höchste verzeichnete Wert bei 26 ms.

#### Bei Verwendung von ERP

Dank der Entscheidung Alcatel-Lucent, ein standardbasiertes ERP-Protokoll im Netzwerk-Backbone zu verwenden, können Netzwerkadministratoren die Netzwerkarchitektur vereinfachen, da

Spanning Tree(s) nicht mehr erforderlich sind. Die Backbone-Netzwerkarchitektur kann bei Verwendung auch besser skaliert werden als bei Einsatz von Spanning Tree(s).

Bei Verwendung von ERP wurde die Netzwerk-Topologie innerhalb von weniger als 50 ms nach einem Verbindungsabbruch auf Ebene 2 wiederhergestellt. Der Mittelwert lag bei 16 ms, der höchste verzeichnete Wert bei 33 ms.

#### Bei Verwendung von IEEE 802.1w

Bei Verwendung von IEEE 802.1w RSTP benötigte das Netzwerk, wie erwartet, im Vergleich zur Verwendung von ERP und DHL deutlich länger, um nach Verbindungsausfällen auf Ebene 2 wiederhergestellt zu werden. Mit IEEE 802.1w wurde eine Wiederherstellung nach einem Verbindungsausfall im Netzwerk-Backbone nach durchschnittlich 140 ms erreicht, verglichen mit 16 ms bei Verwendung von ERP. Für die Verbindung zwischen dem Backbone-Netzwerk und dem Core-Switch benötigte IEEE 802.1w durchschnittlich 76 ms für die Wiederherstellung, verglichen mit 20 ms bei DHL.

## Netzwerkiederherstellungszeit

### Bei Verwendung von ERP

Bei Verwendung von ERP im Netzwerk-Backbone konnte das Netzwerk nach einem Verbindungsausfall im Backbone nach durchschnittlich 193 ms wieder genutzt werden. Die maximale Wiederherstellungszeit betrug 260 ms. Diese nahezu unmittelbare Umschaltung gewährleistet störungsfreie Dienste für Anwender.

### Bei Verwendung von DHL

Bei Verwendung von DHL für redundante Verbindungen zwischen dem Backbone und der Zugriffsebene konnte das Netzwerk nach Verbindungsausfall durchschnittlich innerhalb von 86 ms wiederhergestellt werden. Die maximale Wiederherstellungszeit betrug 116 ms.

Bei Verwendung von DHL zwischen dem Backbone und dem Netzwerk-Core konnte das Netzwerk nach einem Verbindungsausfall durchschnittlich innerhalb von 696 ms wiederhergestellt werden. Die maximale Wiederherstellungszeit betrug 712 ms.

### Bei Verwendung von IEEE 802.1w

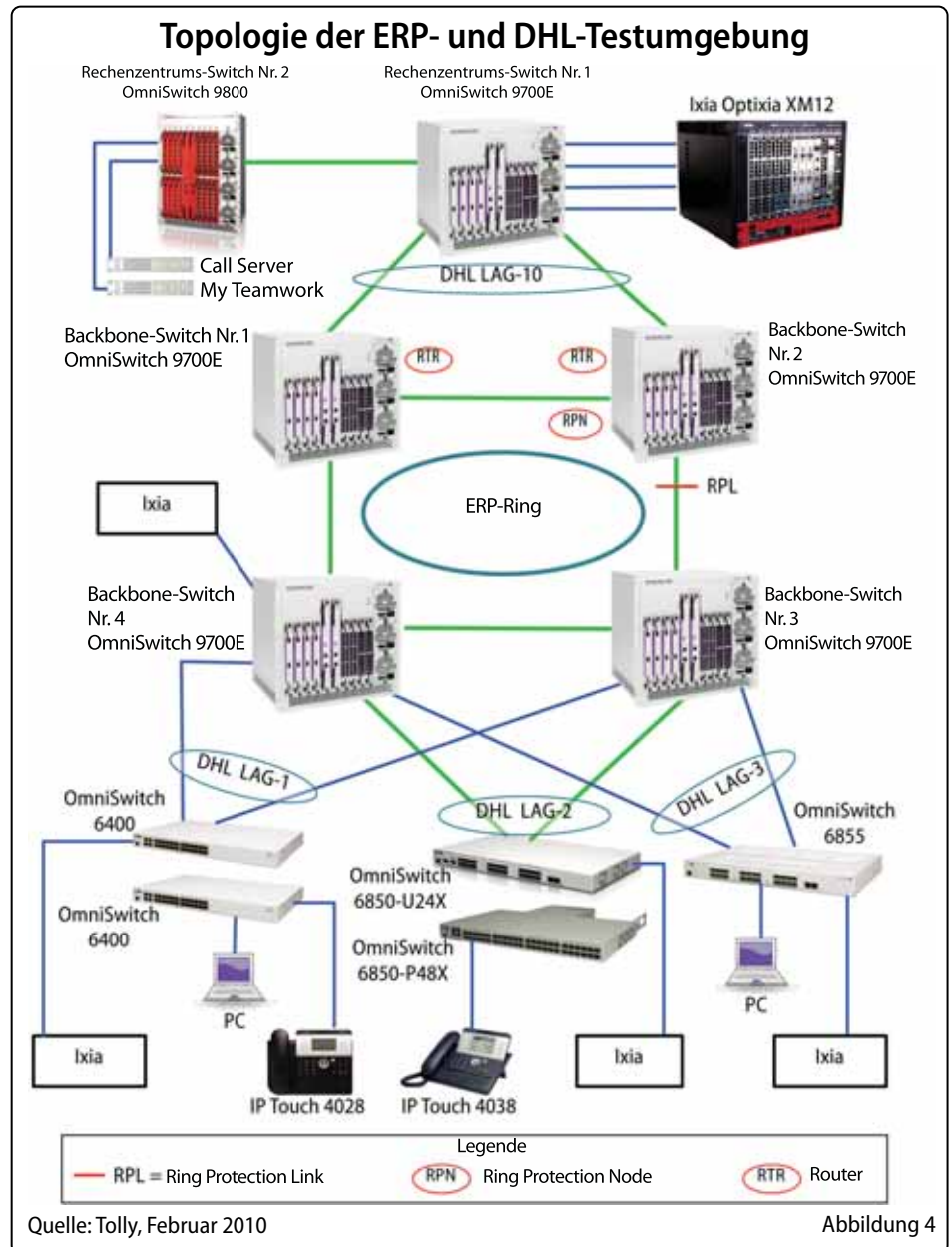
Bei Verwendung von IEEE 802.1w RSTP benötigte das Netzwerk deutlich länger als bei Verwendung von ERP und DHL, um nach Verbindungsausfällen wieder verfügbar zu sein.

Mit IEEE 802.1w wurde eine Wiederherstellung nach Verbindungsausfall im Netzwerk-Backbone nach durchschnittlich 908 ms erreicht, verglichen mit einer durchschnittlichen Wiederherstellungszeit von 193 ms bei Verwendung von ERP.

Für Verbindungen zwischen dem Netzwerk-Backbone und den Switches auf der Zugangsebene benötigte IEEE 802.1w durchschnittlich 518 ms für die Wiederherstellung, verglichen mit 86 ms bei DHL. Für die Konvergenz nach Verbindungsausfall zwischen dem Backbone und den Core-Switches benötigte IEEE 802.1w jedoch durchschnittliche 340 ms, verglichen mit 696 ms bei Verwendung von DHL.

### Bei Verwendung von IEEE 802.1D

Bei Verwendung von IEEE 802.1w RSTP benötigte das Netzwerk erheblich länger als bei Verwendung von ERP und DHL oder IEEE 802.1w, um nach Verbindungsausfällen wieder verfügbar zu sein. In allen Testfällen benötigte IEEE 802.1D im Durchschnitt über 30 Sekunden, bis das Netzwerk nach Verbindungsausfällen wieder nutzbar war. Die detaillierten Ergebnisse können der Abbildung 2 entnommen werden.



## Auswirkungen auf die Anwendungs-Performance

Die Techniker erfassten ihre subjektive Einschätzung der Auswirkungen von Netzwerkverbindungsausfällen auf die Performance von Echtzeit-Multimedia-Anwendungen wie IP-Telefonie und Videokonferenzen.

### Bei Verwendung von ERP/DHL

Bei Verwendung von ERP und DHL zur Gewährleistung der Widerstandsfähigkeit des Netzwerks führten Ausfälle der

Netzwerkverbindung nicht zu hörbaren Auswirkungen auf laufende IP-Telefonate, bei laufenden Videokonferenzsitzungen wurde jedoch eine kurzzeitige Unterbrechung der Bewegungen verzeichnet.

Alle IP-Telefonie- und Videokonferenzsitzungen konnten während der Wiederherstellung des Netzwerks ununterbrochen fortgesetzt werden.

### Bei Verwendung von IEEE 802.1w

Bei Verwendung von IEEE 802.1w zur Gewährleistung der Widerstandsfähigkeit des

Netzwerks führten Ausfälle der Netzwerkverbindung zu einer kurzzeitigen Unterbrechung von IP-Telefonaten sowie zu einer vorübergehenden Unterbrechung der Bewegungen bei laufenden Videokonferenzsitzungen.

Alle laufenden IP-Telefonie- und Videokonferenzsitzungen konnten ebenfalls während der Wiederherstellung des Netzwerks nach dem Verbindungsausfall ununterbrochen fortgesetzt werden.

### Bei Verwendung von IEEE 802.1D

Die deutlichsten Auswirkungen wurden bei Verwendung des Spanning Tree (IEEE 802.1D) Protokolls beobachtet, da die vom Netzwerk für die Neuberechnung der Spanning Tree-Topologie benötigte Zeit fast 35 Sekunden betrug, was zu einem völligen Audio-Verlust bei IP-Telefonaten sowie zu einem Video-Ausfall bei der Videokonferenz führte.

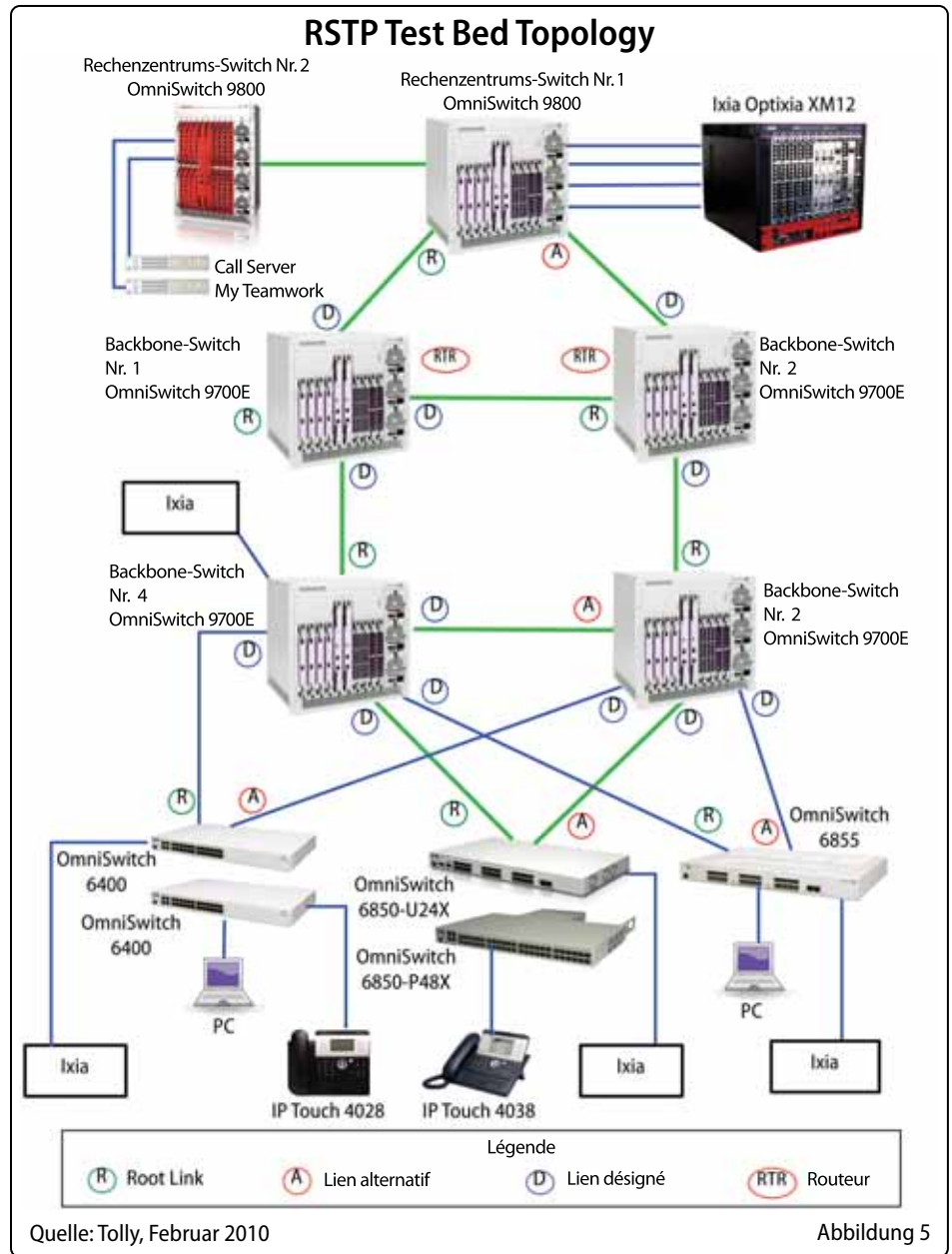
### OAM-Effizienz

Die Techniker bewerteten außerdem die OAM-Vorteile der über das OmniVista 2500 Network Management System verwalteten Switches der Alcatel-Lucent OmniSwitch-Serie.

Die Techniker simulierten eine Reihe von Wartungsoperationen, bei denen ein Chassis Management Module (CMM) ersetzt wurde. Hierbei wurde der Datenverkehr über die primäre DHL-Verbindung geleitet, während die Kontrolle an das Backup-CMM und eine alternative DHL-Verbindung übertragen wurde. Die Techniker simulierten außerdem eine Ersetzung der Stromversorgungseinheiten (PSUs) sowie der Netzwerkschnittstellen (NIs), indem der Datenverkehr sicher über Backup-PSUs- oder -NIs geführt wurde.

Wie in Abbildung 3 dargestellt ist, wiesen die chassisbasierten OmniSwitch-Switches im Backbone und die stackable Switches der Zugriffsebene während dieser Wartungsoperationen Wiederherstellungszeiten von weniger als einer Sekunde auf und ermöglichten eine ununterbrochene Anwendungs-Performance für die Benutzer.

Während dieser Wartungsaktivitäten beobachteten die Techniker das OmniVista Network Management System, das Netzwerkadministratoren umgehend Meldungen über die jeweiligen Vorfälle innerhalb der Netzwerkinfrastruktur lieferte. Die OmniVista-Schnittstelle bot ein



Managementportal mit einem einzigen Bedienfenster, das einen Überblick über den Zustand des Netzwerks lieferte und als zentralisierte Konfigurations- und Verwaltungsschnittstelle für alle Switches im Netzwerk fungierte.

### Testumgebung

Die Techniker richteten einen Mikrokosmos eines Enterprise-LANs ein, der aus unterschiedlichen Zugriffs-, Backbone- und

Rechenzentrumskomponenten bestand, wie er in den Abbildungen 4 und 5 dargestellt ist.

Für die Rechenzentrumsanbindung würde der chassisbasierte LAN-Switch OmniSwitch 9700E verwendet. Darüber hinaus wurde der OmniPCX Enterprise-Communications Server für die Handhabung von Anrufen an den Rechenzentrums-Switch angeschlossen. Dieser wurde über zwei 10-Gigabit-Ethernet-Verbindungen mit dem Backbone verbunden.

Das Backbone-Netzwerk bestand aus vier chassisbasierten OmniSwitch 9700E-LAN-Switches. Diese wurden über eine Ringtopologie mit 10GigE-Verbindungen angeschlossen. Ein Switch übernahm IP-Routing- sowie Root-Bridge-Funktionen bei Spanning Tree-Tests.

Auf der Zugriffsebene wurden drei Typen von OmniSwitches verwendet. Zunächst einmal lieferten zwei OmniSwitch 6400 Stackable Gigabit LAN-Switches mit Unterstützung für Power over Ethernet (PoE) zwei GigE-Verbindungen zum Backbone. Zwei weitere OmniSwitch 6850 Stackable Gigabit LAN-Switches mit Unterstützung für (PoE) lieferten zwei weitere GigE-Verbindungen zum Backbone. Schließlich wurden noch zwei GigE-Verbindungen zum Backbone über einen OmniSwitch 6855 Hardened Gigabit LAN-Switch eingerichtet.

Bei den Endgeräten handelte es sich um Alcatel-Lucent IP Touch 4028 EE- und 4038 EE IP-Telefone sowie zwei Laptops mit integrierter Webcam, die für Videokonferenzen verwendet wurden.

Um Meldungen über Topologieänderungen zu erhalten und den Download neuer Software an die Switches testen zu können, wurde das OmniVista 2500 NMS entsprechend eingerichtet und an die Netzwerkinfrastruktur angeschlossen.

Um eine durchschnittliche Belastung des Netzwerks zu erreichen, wurde ein Ixia Optixia XM-12 Traffic Generator verwendet, der über acht GigE-Ports Datenverkehr generierte. Die Datenverkehrsströme wurden über die IxNetwork-Anwendung konfiguriert.

## Testverfahren

Um die Wiederherstellungszeiten der Netzwerkinfrastrukturtopologie nach einem Ausfall der unterschiedlichen Verbindungen zwischen den untersuchten Switches zu messen, wurde auf Ebene 2 und Ebene 3 Datenverkehr generiert, der aus 1.518-Byte-Frames in unterschiedlichen VLANs bestand, die mit einer Geschwindigkeit von 10.000 Frames/Paketen pro Sekunde übertragen wurden. Darüber hinaus wurden Anrufe zwischen IP Touch-Telefonen und Videokonferenzen zwischen zwei Laptops durchgeführt.

Für alle Tests wurde dieselbe Hardware und dieselbe Netzwerkarchitektur verwendet,

jedoch mit drei jeweils unterschiedlichen Software-Konfigurationen. Bei der ersten Konfiguration wurde IEEE 802.1D (Spanning Tree-Protokoll) im gesamten Netzwerk eingesetzt, die zweite Protokollkonfiguration verwendete stattdessen IEEE 802.1w (Rapid Reconfiguration Spanning Tree-Protokoll). In der dritten Konfiguration wurde ITU-T G.8032 (Ethernet Ring Protection) im Backbone und eine IEEE 802.3ad-basierte Dual Home Link-Verbindung zu den Access- und Server-Switches verwendet. In der Netzwerkinfrastruktur wurden nacheinander die einzelnen Verbindungen zwischen den Switches getrennt. Die Anzahl der zwischen dem Zeitpunkt der Verbindungstrennung und dem Zeitpunkt der Topologiewiederherstellung verlorenen Frames wurde erfasst.

Die Zeit zur Wiederherstellung der Topologie wurde ermittelt, indem die Anzahl der verlorenen Frames durch 10.000 geteilt wurde.

Die Auswirkungen von Verbindungsausfällen und Wartungsaktivitäten auf die Performance der implementierten Anwendungen wurde festgestellt, indem Audio-Störungen bei den Telefonaten oder Störungen (z.B. übersprungene Frames, blockhaftes Video) bei den Videositzungen während der Wiederherstellungszeit des Netzwerks erfasst wurden.

Jeder Test wurde dreimal ausgeführt. Sowohl die Konvergenzzeiten als auch die wahrgenommenen Auswirkungen auf Audio- und Videoqualität wurden erfasst. Die Techniker prüften nach, ob das Managementsystem alle Ereignisse korrekt protokollierte.

Getestete Alcatel-Lucent-Lösung			
Komponente	Hardware	Module	Software Level
Backbone- und Rechenzentrums-Switches	OmniSwitch 9700E	<ul style="list-style-type: none"> <li>● OS9700-Chassis</li> <li>● OS9700E-CMM</li> <li>● OS9800E-CMM</li> <li>● OS9-PS-0600A</li> <li>● OS9-XNI-U2E</li> <li>● OS9-GNI-U24E</li> <li>● XFP-10G-SR</li> <li>● SFP-GIG-SX</li> </ul>	6.4.2.901.S01
Switches der Zugriffsebene	OmniSwitch 6850-P48X OmniSwitch 6850-P24X	<ul style="list-style-type: none"> <li>● OS6850-BP</li> <li>● OS6850-CBL-30</li> <li>● XFP-10G-SR</li> </ul>	6.4.2.901.S01
	OmniSwitch 6400-P48 OmniSwitch 6850-P24	<ul style="list-style-type: none"> <li>● OS6400-BP-P</li> <li>● OS6400-CBL-30</li> <li>● SFP-GIG-SX</li> </ul>	6.4.2.901.S01
	OmniSwitch 6855-14	<ul style="list-style-type: none"> <li>● OS6855-U10</li> <li>● OS6855-PSL</li> <li>● SFP-GIG-SX</li> </ul>	6.4.2.901.S01
IP-Telefone	IP Touch 4028 EE IP Touch 4038 EE	--	3.91.90
Communication Server	OmniPCX Enterprise	--	9.0
Netzwerkmanagementsystem	OmniVista 2500 NMS	--	3.5.0GA (Build16)

Quelle: Tolly, Februar 2010 Abbildung 6



### Informationen zu Tolly

Die Unternehmen der Tolly Group bieten seit über 20 Jahren IT-Dienstleistungen auf Weltklasseniveau. Tolly ist ein führender globaler Anbieter unabhängiger Beurteilungsdienste für Anbieter von IT-Produkten, Komponenten und Diensten. Sie können das Unternehmen per E-Mail unter [sales@tolly.com](mailto:sales@tolly.com) oder telefonisch unter +1-561-391-5610 erreichen.


Besuchen Sie Tolly im Internet unter: <http://www.tolly.com>

Es wurden mehrere Wartungstests durchgeführt. Die wichtigsten durchgeführten Tests waren die Wartung von Backbone-Switches durch Austausch der Switching-Fabric (CMM), die Aktualisierung von Software-Versionen und die Ersetzung

(redundanter) Stromversorgungsmodule. Für die Access-Switches wurden Tests durchgeführt, bei denen die (redundanten) Stromversorgungsmodule ausgetauscht wurden.

### Zusammenfassung der Prüfgeräte

Die Tolly Group bedankt sich bei den Anbietern der für dieses Projekt verwendeten Prüfgeräte/-Software.

Anbieter	Produkt	Internet
Ixia	Optixia XM12 Software: IxNetwork 5.30.90.95	 <a href="http://www.ixiacom.com">http://www.ixiacom.com</a>

### Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument wird kostenlos bereitgestellt, um Ihnen ein Verständnis dafür zu vermitteln, ob eine genauere Untersuchung eines bestimmten Produkts, einer Technologie oder einer Dienstleistung für Ihre individuellen Anforderungen gerechtfertigt ist. Jedwede Kaufentscheidung muss auf Basis Ihrer eigenen Beurteilung der Eignung getroffen werden. Dieses Dokument sollte niemals als Ersatz für den Rat eines qualifizierten IT- oder Fachexperten verwendet werden. Diese Bewertung konzentrierte sich auf die Veranschaulichung bestimmter Funktionen und/oder Leistungsmerkmale des Produkts bzw. der Produkte und wurde unter kontrollierten Laborbedingungen durchgeführt. Bestimmte Tests wurden möglicherweise speziell dafür konzipiert, die Leistung unter idealen Bedingungen widerzuspiegeln. Die Leistung unter realen Bedingungen kann hiervon abweichen. Benutzer sollten anhand ihrer eigenen realen Einsatzszenarien Tests durchführen, um die Performance für das eigenen Netzwerke zu prüfen.

Es wurden alle angemessenen Vorkehrungen getroffen, um die Genauigkeit der hierin enthaltenen Daten sicherzustellen. Fehler und/oder Versehen sind jedoch möglich. Der hierin dokumentierte Test kann auch von diversen Testtools abhängen, deren Genauigkeit sich unserer Kontrolle entzieht. Darüber hinaus stützt sich das Dokument auf bestimmte Darstellungen seitens des Auftraggebers, deren Prüfung sich unserer Kontrolle entzieht. Hierzu zählt u.a. dass es sich bei der getesteten Software/Hardware um Produktionsexemplare bzw. für die Produktion vorgesehene Exemplare handelt, die gewerblichen Kunden derzeit oder in Zukunft in äquivalenter oder besserer Form angeboten werden. Dementsprechend wird dieses Dokument ohne Mängelgewähr bereitgestellt, und Tolly Enterprises, LLC (Tolly) leistet keinerlei Gewährleistung, Vertretung oder Zusage, weder ausdrücklich noch implizit, und übernimmt keine rechtliche Verantwortung, weder direkt noch indirekt, für die Genauigkeit, Vollständigkeit, Brauchbarkeit oder Angemessenheit von hierin enthaltenen Informationen. Durch Prüfung dieses Dokuments stimmen Sie zu, dass Sie die hierin enthaltenen Informationen auf eigenes Risiko verwenden, und Sie akzeptieren sämtliche Risiken und die volle Verantwortung für Verluste, Schäden, Kosten und andere Konsequenzen, die direkt oder indirekt auf darin verfügbar gemachte Informationen oder Unterlagen zurückzuführen sind. Tolly übernimmt keine Verantwortung für Verluste, Nachteile, Verletzungen oder Schäden, die auf Ihre Nutzung bzw. Ihr Vertrauen auf hierin bereitgestellte Informationen zurückzuführen sind bzw. die sich hieraus ergeben, und Sie stimmen zu, Tolly und seine verbundenen Unternehmen diesbezüglich schadlos zu halten.

Tolly macht keinerlei Behauptung hinsichtlich der Frage ob ein hierin beschriebenes Produkt oder Unternehmen für Investitionszwecke geeignet ist. Sie sollten selbst unabhängigen, professionellen, rechtlichen, buchhalterischen oder anderweitigen Rat einholen, bevor Sie Investitionen oder Projekte im Zusammenhang mit hierin beschriebenen Informationen, Produkten oder Unternehmen vornehmen. Sollten fremdsprachige Übersetzungen vorliegen, ist das englische Dokument maßgeblich. Um die Genauigkeit zu gewährleisten, sollten nur direkt von Tolly.com heruntergeladene Dokumente verwendet werden. Kein Teil eines Dokuments darf ohne die ausdrückliche schriftliche Genehmigung durch Tolly teilweise oder in Gänze vervielfältigt werden. Alle im Dokument verwendeten Marken sind das Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber. Sie stimmen zu, keine Marken in oder als Teil bzw. Gänze Ihrer eigenen Marken im Zusammenhang mit Aktivitäten, Produkten oder Dienstleistungen zu verwenden, die nicht uns gehören, noch auf eine Art und Weise, die verwirrend, irreführend oder trügerisch sein könnte bzw. auf eine Art und Weise, die uns oder unsere Informationen, Projekte oder Entwicklungen herabsetzt.