Dr. Suppan International Institute

Der Netzwerk Insider

Dezember 2002

Technologie Information für die Ausbildung zum ComConsult Certified Network Engineer

Schwerpunktthema

Der schnelle Baum

von Markus Schaub

Im Laufe diesen Jahres hat sich die Forstwirtschaft unserer Layer 2 Netzwerke drastisch verändert: der seit vielen Jahren vor sich hin vegetierende Spanning Tree hat nun endlich zwei standardisierte Nachfolger, den Rapid Reconfiguration Spanning Tree (RSTP) und den Multiple Spanning Tree (MSTP). Damit scheint das unüberschaubare Chaos der verschiedenen Herstellerlösungen zum Spanning Tree Tuning beendet und eine herstellerübergreifende Lösung gefunden worden zu sein.

Indiz dafür ist, dass die meisten, führenden Komponentenhersteller eines oder gar beide Verfahren schon in erste Produkte implementiert haben. Wenn auch zum Teil noch nicht endgültig verabschiedet, so können doch beide Protokolle mittlerweile als stabil bezüglich der Standardisierung betrachten werden.

Der seit Ende der 80er-Jahre existierende Spanning Tree hat aus heutiger Sicht eine ganze Reihe von Mängeln aufzuweisen. Schnell lassen sich darunter zwei Hauptkritikpunkte ausmachen:

O Spanning Tree, o Spanning Tree, how rapid you now will be...

1. Die Umschaltzeiten des klassischen Spanning Tree liegen jenseits dessen, was in modernen Netzen als tolerabel gelten kann.

2. Durch das faktische Abschalten von Verbindungen wird jegliche Lastverteilung unterbunden und man hat jede Menge "totes Kapital" in Form von ungenutzten Leitungen in seinen Kabelschächten liegen, die noch dazu an teuere Switch Ports angeschlossen sind und keine Pakete transportieren.

Wie die meisten Netzwerkbetreiber aus leidvoller Erfahrung wissen, gibt es noch ein Problem mehr: den Spanning Tree selbst. Die Palette reicht von instabilen Spanning Trees, die gelegentlich unmotiviert ein Respanning durchführen über unerklärliche Loops bis hin zu Umschaltzeiten, die noch einmal über dem liegen, was eigentlich sein dürfte. Es klingt fast schon wie Hohn, wenn im Zuge der Standardisierung des RSTP ein langjähriges Mitglied der Arbeitsgruppen geäußert haben soll, dass mit dem RSTP der erste funktionstüchtige Spanning Tree auf den Markt kommt.

Im Prinzip lassen sich zwei Ursachen für diese Mängel ausmachen: zum einen die Zeit, die seit dem Ende der 80er nicht stehen geblieben ist und zum anderen der Standard selbst.

weiter Seite 9

Thema WLAN

Wireless-Netzwerke bedrängen das Kabel

von Dr. Jürgen Suppan

Eine aktuelle Untersuchung, die das Labor der ComConsult Technologie Information gerade für das Netzwerk Redesign Forum 2003 durchführt, kommt in der Frage, ob Kabel-basierte Netzwerke durch Wireless-Netzwerke verdrängt werden können, zu durchaus überraschenden Ergebnissen.

weiter Seite 4

Zum Geleit

Achtung! Wireless-WarDriving!

Das externe Ausspionieren installierter Wireless-Netzwerke ist zu einem Volkssport geworden. In den USA hat sich der Begriff WarDriving dafür geprägt (siehe www.wardriving.com). Er betrifft aber nicht nur Hacker, die mit dem Notebook im Auto auf der Suche nach Access Points sind.

Wie aus Funk- und Fernsehen zu entnehmen, gibt es so genannte Sicherheitsfirmen, die mit einem Notebook durch die Städte fahren und dabei versuchen, Wireless-Netzwerke aufzuspüren. Werden diese Firmen fündig, werden sie bei den betroffenen Unternehmen oder Behörden vorstellig und ersuchen um eine Messberechtigung innerhalb des Unternehmens. Dabei verweisen diese Firmen auf eine Zusammenarbeit mit bestimmten Fernsehsendern. Letztere gehen dann auch hin und veröffentlichen in Einzelfällen diese "hochbrisanten" Untersuchungsergebnisse in den einschlägigen Sendungen.

weiter Seite 2

Achtung! Wireless-WarDriving

Fortsetzung von Seite 1

Diskussionen mit betroffenen Kunden haben gezeigt, dass hier messtechnisch sehr fragwürdig agiert wird. So reichte in einem Fall die Anmessung eines Access Points vor einem Gebäude aus, den betroffenen Anwender massiv unter Druck zu setzen, obwohl innerhalb des Gebäudes keinerlei Signal nachweisbar war. Diese Situation muss messtechnisch als normal angesehen werden, da durch Gebäudekopplungen mit Wireless-Bridges oder andere Funkreflexionen es durchaus denkbar ist, dass vor anderen Gebäuden, in denen gar keine Wireless-Netzwerke in Betrieb sind, entsprechende Signale nachgewiesen werden können.

Sollten Sie von einer derartigen Situation betroffen sein und werden Sie von einem solchen Sicherheitsunternehmen angesprochen, so berücksichtigen Sie bitte:

- Kein seriöses Beratungs- und Sicherheitsunternehmen veröffentlicht Daten von Kunden, schon gar nicht im Fernsehen
- Lassen Sie nicht zu, dass diese Firmen Messungen in Ihrem Unternehmen durchführen, Sie erhöhen damit nur Ihre Angreifbarkeit.
- Selbst wenn eine korrekte Anmessung eines Signals vorliegt, so sollte der Messer konkret belegen können:
  - Ist ein Access Point oder ein Client angemessen worden? (Kann über das Beacon festgestellt werden.)
  - Befindet sich die Signalquelle überhaupt innerhalb des Unternehmens?
  - Wie ist die Übertragung gesichert, ist sie verschlüsselt, wenn ja mit wieviel Bit und mit welcher Methode?
- Beachten Sie, dass sich Funkwellen ungerichtet ausbreiten und durch Reflexionen von überall her kommen können. Die Feststellung, wo sich ein Access Point befindet, kann durchaus schwierig sein. Dementsprechend ist eine plumpe Aussage "das kommt aus diesem Gebäude" nicht unbedingt korrekt.

Es scheint so, dass sich derartige Messunternehmen darauf verlassen, dass die angemessenen Unternehmen die Öffentlichkeit scheuen werden und einem Rechtsstreit aus dem Weg gehen. Sie sollten trotzdem in jedem Einzelfall prüfen, ob Sie nicht eine juristische Handhabe gegen derartige Unternehmen haben. Dies betrifft auch die Fernsehsender, die zu einer Veröffentlichung bereit sind.

Auf jeden Fall sollten Sie Sorge dafür tragen, dass Sie sich in einer sicheren Ausgangsposition befinden.

Deshalb:

- Keine unautorisierte Aufstellung von Access Points zulassen.
- Regelmäßig prüfen, ob es nicht Clienten im Unternehmen gibt, die mit der Auslieferung bereits einen Funkadapter haben und diesen evtl. automatisch aktivieren, dies kann zum Beispiel bei Notebooks und PDAs der Fall sein. Das mag zwar sicherheitstechnisch unkritisch sein, Sie werden damit aber angreifbar.
- Wenn Sie Wireless-Netzwerke in Betrieb nehmen, dann machen Sie das nur auf der Basis mindestens der 128-Bit-Verschlüsselung, auch wenn Sie nur testen.
- Schalten Sie in jedem Fall den Broadcast der SSID im Access Point ab, damit laufen Tools wie Netstumbler bereits ins Leere.
- Dokumentieren Sie schriftlich, was Sie getan haben.
- Verwenden Sie für den operativen Betrieb auf jeden Fall eine Sicherungsmethode, die über die 128-Bit-Verschlüsselung hinaus geht.
- Entscheiden Sie bitte dabei unbedingt, ob Sie eine herstellerneutrale oder eine herstellerspezifische Methode einsetzen wollen.
- Die herstellerspezifischen Methoden, die von einigen Herstellern angeboten werden, sind sicher, setzen aber häufig Client-Adapter des jeweiligen Herstellers voraus. Davon können Sie aber bei vorinstallierten Adaptern in Notebooks nicht ausgehen.
- Die am einfachsten zu realisierenden herstellerneutrale Methode ist der Einsatz eines VPN, beachten Sie bitte, dass diese Methode auch Nachteile hat:
  - Sie benötigen einen VPN-Server mit hoher Durchsatzlastung und vor allem niedrigen Verzögerungswerten (25 ms Verzögerung sollten die maximale Obergrenze sein)
  - Sie benötigen eine sichere und handhabbare Methode zur Verwaltung und zum Austausch der Schlüssel, gegebenenfalls auch eine funktionsfähige, plattformübergreifende Benutzerverwaltung.

Impressum

Verlag:
Dr. Suppan
International Institute b.v.
Ahornenlaan 12
4493 DG Kamperland
Niederlande

Telefon (0049)02408/955-400
Fax (0049)02408/955-399

Herausgeber
und verantwortlich
im Sinne des Presserechts:
Dr. Jürgen Suppan

Gestaltung:
Zweipfennig

Erscheinungsweise:
Monatlich,
12 Ausgaben im Jahr

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

Für unverlangt
eingesandte Manuskripte
wird keine Haftung übernommen

Achtung! Wireless WarDriving!

Auch wenn Sie nicht mit Wireless-Netzwerken arbeiten oder glauben dies nicht zu tun, sollten Sie regelmäßig Kontrollmessungen durchführen. Speziell wenn Sie Bank, Versicherung, Krankenhaus, Arzt, Schule, Finanzamt oder ein ähnlicher Anwender im öffentlichen Blickfeld sind, sollten Sie dies machen. Leider benötigen Sie dazu einen Wireless-Analysator, wie er u.a. von Sniffer, Wildpackets und Finisar/Fluke angeboten wird. Das Preis-Leistungs-Verhältnis ist speziell bei dem Produkt von Wildpackets wirklich gut.

Was können wir dabei für Sie tun?

Zum einen haben wir einen Spezial-Report über Sicherheit von Wireless-Netzwerken veröffentlicht, in dem sowohl die bekannten Angriffs- und Abhörtechnologien aber auch die bekannten Ansätze zur Absicherung einer Wireless-Lösung beschrieben werden. Wireless-Lösungen lassen sich zur Zeit vollständig absichern, so dass ein wirklicher Angreifer in der Regel keine Chance hat. Dieser Report kann über uns bezogen werden und wird allen Teilnehmern des Netzwerk Redesign Forums 2003 kostenlos übergeben.

Weiterhin arbeiten wir an einer Lösung zur automatischen Überwachung eines Unternehmens auf unerlaubte Wireless-Nutzung. Ziel ist der Einsatz von Freeware-Tools auf Linux-PCs, die Wireless-Netzwerke entdecken und einen Alarm an die vorhandenen Management-Konsolen schicken. Diese Lösung werden wir ebenfalls den Teilnehmern des Redesign-Forums in Form der Realisierungs-Beschreibung kostenfrei zur Verfügung stellen (falls wir eine handhabbare Lösung finden).

Natürlich können Sie auch unsere Messtechnik-Abteilung beauftragen, eine Gegenmessung zur Messung des Sie unter Druck setzenden Sicherheitsunternehmens durchzuführen. Wir haben dabei durchaus die Möglichkeit, zu prüfen, wie seriös die Messung, von der Sie bedroht werden, überhaupt ist.

Die Frage, wie sicher Wireless-Netzwerke sind, wird Gegenstand des Netzwerk Redesign Forums 2003 sein. Dort werden wir die aktuellen Bedrohungen und Gegenmaßnahmen mit Ihnen diskutieren und Sie auf den neuesten Stand der Technik bringen.

In der Hoffnung,
Sie dort begrüßen zu können

Ihr Dr. Jürgen Suppan

Wireless LAN Sicherheitsreport

Sicherheit in Wireless LANs

Technologie Report
115 Seiten, Preis € 298,-

Eine Sicherheitsanalyse von Funknetzen unterliegt speziellen Aspekten, wobei neben funktechnischen und netzwerktechnischen Besonderheiten eben auch betriebliche Gesichtspunkte eine große Rolle spielen. Der Report lenkt Ihren Blick auf die grundsätzliche Problematik und stellt verschiedene Lösungsmöglichkeiten vor.

Im ersten Teil werden nach einer genauen Analyse der Sicherheitsfeatures aktueller Produkte die bekanntesten Angriffsszenarien auf WLANs vorgestellt und Sie in die Lage versetzt, das jeweiliges Gefährdungspotenzial realistisch einzuschätzen.

Im zweiten Teil des Reports werden die IEEE-Standards 802.1x und 802.11i vorgestellt und ihr Einfluss auf das Design sicherer WLANs untersucht.

Ein letzter Teil stellt so genannte "strukturierte Funknetze" vor, untersucht Sicherheitskonzepte wie VPN oder Firewalls auf ihre Tauglichkeit, Wireless LANs abzusichern und diskutiert ausführlich die Rolle des Clients, denn wie man leicht einsieht, können Wireless Drucker, Notebooks und PDAs nicht einheitlich behandelt werden.

Funknetze - und das machen die beschriebenen Lösungen deutlich – lassen sich im Gegensatz zur häufig kolportierten Meinung sicher betreiben. Jedoch handelt es sich hierbei nicht um ein einfach zu installierendes Plug'n'Play-Produkt, Funknetze benötigen eine spezielle Infrastruktur und müssen zudem in einen unternehmensweiten Sicherheitsstandard integriert werden.

Der Report hilft Ihnen bei der Bewertung aktueller und zukünftiger Technologien und gibt Ihnen Argumentations- und Entscheidungshilfen genauso wie detaillierte technische Informationen. Er ist damit ein unverzichtbares Hilfsmittel für Betreiber und Verantwortliche und die ideale Ergänzung zum Wireless LAN Grundlagenreport "Wireless LANs: Arbeitsweise, Einsatzbedingungen, Produkte"

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

Reportbestellung

Ich bestelle den Technologie Report

☐ **Sicherheit in Wireless LANs**
zum Preis von € 298,--
zzgl. MwSt. und Versandkosten

Unterschrift

Bestellen Sie über unsere Website:
www.comconsult-akademie.de

Name, Vorname

Firma, Abteilung

Straße

PLZ, Ort

Wireless-Netzwerke bedrängen das Kabel

Fortsetzung von Seite 1

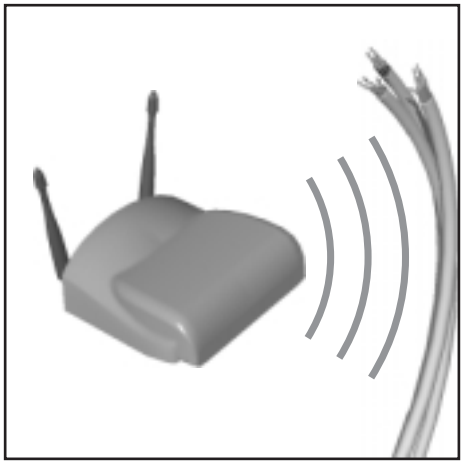
Bis jetzt sind noch nicht alle typischen Szenarien analysiert worden, doch zeigen die Untersuchungen, die wir gerade auf dem Wireless Forum 2002 in Königswinter vorgestellt haben, dass es sinnvolle Szenarien gibt, in denen eine Wireless-basierte Lösung wirtschaftlicher ist als eine alternative Kabel-basierte Lösung.

Dies mag auf den ersten Blick überraschen, insbesondere wenn man die relativ geringe Reichweite der IEEE 802.11a-Produkte berücksichtigt. Trotzdem wird man an einem Einsatz von 11a oder 11g nicht vorbei kommen, da die nutzbare Datenrate von 11b für eine Flächenversorgung nicht ausreicht. Der entscheidende Punkt ist jedoch genau die Flächenversorgung bzw. das Verhältnis von abgedeckter Fläche zu umsetzbarer Datenrate. Legt man die Versorgungswerte der EN50173 zu Grunde, so fällt auf, dass die geringe Reichweite von 11a kein Problem ist, da bereits in dieser Reichweite so viele Stationen sein können, dass die Datenrate wieder zum Engpass wird. Und so führt genau die Flächenversorgung zum wirtschaftlichen Vorteil der Wireless-Lösung gegenüber der Kabel-Lösung.

Gleichzeitig ergibt sich aus dieser Sichtweise ein von der üblichen Wireless-Planung abweichender Planungsansatz. Die meisten zur Zeit laufenden Planungen befassen sich mit der optimalen funktechnischen Ausleuchtung einer Fläche, ggf. mit der Frage einer Roaming- und Redundanz-optimalen Zellenüberlappung. Das in den Wirtschaftlichkeits-Berechnungen angewandte Szenario geht einen anderen Weg, indem es als Planungsvorgabe einen Mbit/s pro qm Wert nimmt. Dieser pro qm zu erzielende Durchsatz kann aus dem Leistungsbedarf der verschiedenen Endsysteme abgeleitet werden. Überraschend ist, dass bei diesem Planungsansatz eine 802.11b-Lösung in der Regel teurer ist als eine 802.11a-Lösung, obwohl die 11a-Komponenten in der Regel den doppelten Preis haben. Aber eben nicht bezogen auf Mbit/s.

Dabei sind natürlich einige Umgebungs-Bedingungen zu beachten:

- Welche funktechnische Ausgangslage liegt vor?
- Welche Abdeckung kann wie erreicht werden?
- Welcher Typ von Endgeräten ist zu versorgen?



- Wie teuer wird die Sicherheit der Lösung?
- Was kostet eine ggf. erforderliche Redundanz?
- Welche Datenrate wird benötigt?
- Wie verhält sich die Regulierungsbehörde in Zukunft (die jetzt für 11a erteilte Zulassung ist jedenfalls mehr hinderlich als nützlich)?
- Wie unterscheiden sich die Betriebsaufwände?

Die Frage nach den Betriebsaufwänden ist durchaus spannend. Auf der Wireless-Seite haben wir zum Beispiel in Großraum-Flächen den Vorteil, dass Teilnehmer ohne jeden Eingriff auf der Netzwerk-Seite ihre Position verändern können. Je nach Roaming-Konzept sogar weiträumig. Auf der Gegenposition haben wir die notwendigen Aufwendungen für die Verschlüsselung (VPN-Server, Schlüsselverwaltung, Benutzerverwaltung) und die Roaming-Fähigkeit.

Wir bearbeiten zur Zeit unter anderem die äußerst interessante Frage, wie wohl ein Unternehmen ohne jede Tertiärverkabelung aussehen würde. Bitte beachten Sie, dass dann keine der etablierten Annahmen über Sekundärverkabelung zutreffen wird. Auch die Gebäude- oder Core-Switches werden völlig andere Schnittstellenmengen und Typen benötigen. Wir unterstellen aber in jedem Fall, dass auf ein Layer-3-Design nicht verzichtet werden kann.

Natürlich hat die alleinige Wireless-Vollversorgung im Tertiärbereich mit den heutigen Produkten noch ihre Mängel. So reicht die mit 11a umsetzbare Nutzdatenrate von etwas über 20 Mbit/s sicher nicht für Grafik-Anwendungen (CAD, Layout, ...) oder Foto-/Video-Verarbeitung aus. Aber die zukünftigen Folgestandards mit Datenraten von 100 Mbit/s sind in Diskussion und auch schon mit der jetzigen Technik umsetzbar, wenn man mehrere Kanäle bündeln würde (mit IEEE 802.11h denkbar). Auf jeden Fall bleibt aber immer ein schwerer Nachteil einer Wireless-Lösung bestehen, dies ist die relativ leichte Sabotierbarkeit durch eine absichtlich herbeigeführte Funkstörung.

Allerdings werden die wirtschaftlichen Vorteile einer Wireless-Lösung zunehmen. Bereits die jetzige Chip-Generation unterliegt einem massiven Preisverfall. Wir gehen bis Ende nächsten Jahres von weiteren 50% aus. Und die Chiphersteller arbeiten bereits an der nächsten Generation. Somit ist ein weiterer Preisverfall durchaus denkbar. Dem gegenüber steht zwar ein Preisverfall der Switch-Ports für 100 Mbit/s Twisted Pair. Doch gerade hier zeichnet sich der Umstieg auf Gigabit ab. Dies würde vorübergehend die Preise mindestens nicht sinken lassen.

Ist dann aber der Vergleich mit Wireless noch gerechtfertigt? Kann man wirklich eine zukünftig flächendeckende Gigabit-Lösung mit einer doch im Vergleich sehr Bandbreiten-begrenzten Wireless-Lösung vergleichen? Für viele Unternehmen könnte dies zu einer Diskussion Bandbreite kontra Betriebskosten führen. Wireless-Lösungen haben eben den Vorteil der einfach umsetzbaren Changes und somit einen klaren Vorteil im Personalbedarf in der Fläche.

Wir wollen keine vorschnellen Urteile fällen. Das Ergebnis der zur Zeit laufenden Untersuchungen muss abgewartet werden. Wir werden es wie gesagt auf dem Netzwerk-Redesign-Forum 2003 präsentieren. Natürlich werden wir die Vertreter aller beteiligten Technologien einladen und um ihre Stellungnahme zu unserer Untersuchung bitten.

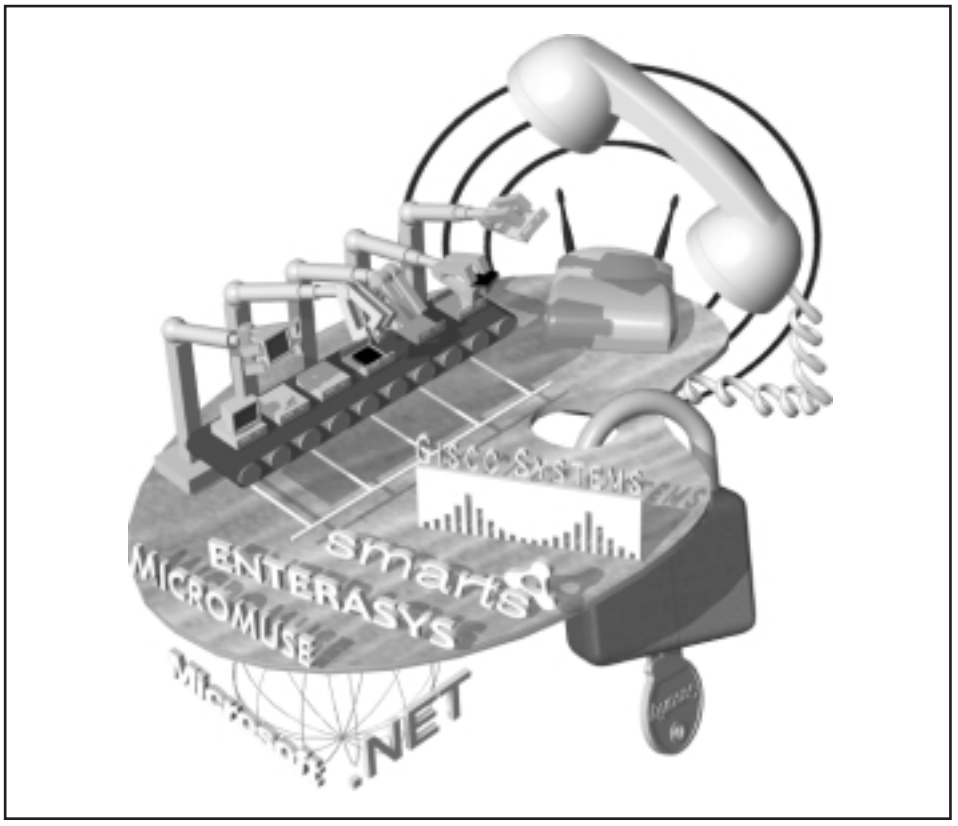
Abschließend sei noch einmal darauf hingewiesen, dass der wirtschaftliche Vergleich eine vollwertige Flächenversorgung als Basis hat. Die Kosten, die sich in einer Ergänzungs-Lösung zu einer bestehenden Kabel-Infrastruktur ergeben, sind in der Regel nicht mehr so einfach bewertbar. In jedem Fall sind die Kosten der Sicherheits-Lösung zu beachten, die je nach Technologie erheblich sein können.

Wir sehen einer spannenden Diskussion auf dem Netzwerk Redesign Forum 2003 entgegen, die Sie nicht versäumen sollten. Bitte beachten Sie die bis zum 31.12.2002 laufende Frühbucherphase.

Aktueller Kongress

Netzwerk-Redesign Forum 2003: Analyse und Übersicht der aktuellsten Netzwerk-Technologien und Marktentwicklungen

Vom 7. bis 10. April veranstaltet die ComConsult Akademie im Maritim Hotel Königswinter das Netzwerk-Redesign Forum 2003 mit den Themenblöcken:



Standardisierung und Technologie-Entwicklung

- Was passiert hinter den Kulissen, was ist neu, wie relevant ist es?
- Welche neuen Standards sind verabschiedet, welche stehen vor der Tür?
- Was passiert in den Labors der Hersteller?

Wichtige Standards wurden in den letzten Wochen verabschiedet, weitere wichtige Standards stehen kurz vor dem Abschluss, wichtige Produkt-Neuentwicklungen kommen aus den Labors der Hersteller:

- Der Verkabelungs-Standard EN50173 ist verabschiedet. Damit ist die Class E endgültig das Maß der Dinge für Twisted Pair. Doch wie kann die Channel-Messung sinnvoll umgesetzt und verwaltet werden? Was bedeuten die neuen Qualitäts-Klassen der Glasfaser für die Praxis?

- Der Standard für 10 Gigabit ist verabschiedet, die Hersteller bieten die ersten Produkte an, kaufen oder warten?

- Wireless-Standards 802.11g, h und i bieten völlig neue Planungsansätze und bedrängen das Kabel

- VOIP-Standardisierung schafft immer weitergehende Möglichkeiten auf IP-Basis

- Der Workgroup-Switch-Markt ändert sich total, massiv drängen völlig neue Produkte auf den Markt, warum? Was leisten sie mehr als bisher? Wer braucht sie wann?

- SNMP-Version 3 kommt massiv insbesondere aus dem Bedarf nach mehr Sicherheit motiviert, CISCO und Enterasys sind massiv dabei, diesen Standard in den Markt zu drücken, was bedeutet das?

Eine hochaktuelle Übersicht über den Markt, die neuen Entwicklungen und eine Bewertung der Relevanz liefert das Redesign-Forum 2003.

Optimierung des Netzwerk-Betriebs

- Wie kann ein Netzwerk besser betrieben werden?
- Welche neuen Management-Konzepte gibt es?
- Low Cost High Profit-Produkte: was bieten sie?
- LAN-Analyse im Umbruch

Die traditionelle SNMP-Netzwerk-Management-Lösung deckt den bestehenden Management-Bedarf nicht mehr ab. Gleichzeitig werden die Konfigurations-Tools der Hersteller immer umfangreicher und beinhalten komplette Management-Lösungen. Von Spezial-Anbietern wie Smarts oder Riversoft/Micromuse kommen Topologie-basierte Impact-Management-Lösungen, die Analysator-Hersteller rüsten auf und dehnen den Funktionsumfang ihrer Produkte immer mehr aus. Gleichzeitig erhöht sich der Druck, Service-Level-Mangement für Netzwerke umzusetzen.

Wie passt das zusammen? Wie bekommt der Betreiber eines Netzwerks in diese Entwicklung eine rote Linie? Wie sieht eine aktuelle dem Bedarf entsprechende Lösung für Netzwerk-Management aus?

Erfahren Sie auf dem Redesign-Forum 2003, wie Sie die neuen Management-Ansätze erfolgreich für Ihr Netzwerk umsetzen können.

Hersteller und Produkte

- Wie positionieren sich die Hersteller?
- Wie entwickeln sich wichtige Netzwerk-Produkte?
- Welche Vorteile können genutzt werden?

Netzwerk-Redesign Forum 2003

Sicherheit und Netzwerke

- Host-based kontra Network-based Security, wo sollte angesetzt werden?
- Welche Sicherheits-Lösungen sind im Netzwerk-Bereich sinnvoll?

Immer weitere Switch-Systeme kommen auf den Markt, die umfangreiche Funktionen zur Umsetzung von Sicherheits-Lösungen beinhalten. Das hat weitreichende Folgen, zum einen sind diese Switches signifikant teurer als alternative Produkte ohne Security-Features, zum anderen hat die Umsetzung von Sicherheit einen massiven Einfluss auf die Switch-Konfiguration. Ohne Frage, Netzwerke sind ein elementarer Bestandteil der Umsetzung von Sicherheits-Lösungen. Doch wie weit sollte man gehen? Sicherheit und Autentifizierung direkt in die Netzwerk-Komponenten integrieren? Oder ist Sicherheit eine Aufgabe der Betriebssysteme von Clienten und Servern? Wo sollten Verschlüsselungs-Lösungen ansetzen? Wie sieht der Betrieb einer Netzwerk-basierten Sicherheits-Lösung aus? Hintergrundberichte und Empfehlungen auf dem Redesign-Forum 2003.

RZ-Strukturen 2003

- Integration Server und Netzwerk
- IP-Management
- Internet-Zugang neu positioniert

Server und Netzwerk-Technologien wachsen immer stärker zusammen. Im Endeffekt werden Server ein integraler Teil der Core-Netzwerke. Microsoft .Net und allgemein die Entwicklung von TCP/IP und seiner Nutzung innerhalb von Client-Server-Technologien belegen die Untrennbarkeit von Server- und Netzwerk-Technologie. Doch was heißt das in der Praxis? Wie können Server und Netzwerke so integriert werden, dass sie modernen Ansprüchen an Verfügbarkeit, Skalierbarkeit und Performance genügen? Wie sieht ein geeignetes TCP/IP-Management aus? Antworten dazu auf dem Redesign-Forum 2003.

Corporate Networks im Umbruch

- Welche Alternativen bestehen?
- Remote Access und Standort-Verbindungen neu gestalten
- Was sind die Konsequenzen für die darauf aufsetzenden DV-Architekturen

Traditionelle Corporate Networks waren viele Jahre ein wichtiger Bestandteil der Netzwerk-Infrastruktur großer Unternehmen. Doch heute gilt: sie sind zu teuer und zu unflexibel. Unternehmen können heute durch eine Neugestaltung in diesem Bereich zweistellige Millionen-Summen einsparen und trotzdem ihre Flexibilität und Funktionalität erhöhen. Doch wie sieht ein modernes Corporate Netzwerk aus? Auf welchen Schlüssel-Technologien setzt es auf? Wie sieht die Verfügbarkeit aus? Hier ein Schwerpunktvortrag auf dem Forum.

VoIP erfolgreich einsetzen

- Wo steht VoIP im Markt?
- Welche Einsatzszenarien machen Sinn?

Die Nachfrage nach Voice-over-IP steigt massiv. In den nächsten Monaten werden fast 30% aller bestehenden deutschen TK-Verträge auslaufen. Bei den meisten dabei entstehenden neuen Lösungen wird VoIP mindestens einen Teil der Lösung ausmachen. Allerdings bietet der Markt eine große Bandbreite an Lösungen, von der traditionellen TK-Anlage mit IP-Integration bis hin zu vollständigen IP-Telephonie. Wo steht der Markt, welche Möglichkeiten bieten sich, wann und wie sollten sie Voice-over-IP einsetzen? Antworten auf dem Redesign-Forum 2003.

Wireless LANs explodieren

- Auf dem Weg zur Massentechnologie
- Senkung der Netzwerk-Kosten durch optimierte Kabel-/Wireless-Kombination
- Szenario: Medizinischer Bereich
- Szenario: Notebooks von Führungskräften

Mit den fallenden Kosten und der Einführung immer leistungsstärkerer Produkte explodiert der Markt für Wireless-LANs. Auf Dauer gesehen werden sie unsere Netze völlig verändern. Bereits Ende 2003 werden über 90% aller mobilen Endgeräte von Hause aus einen Wireless-Anschluss haben. Doch welcher Standard ist der richtige, was bringen 11g, 11h und 11i für den Betreiber? Wie ist die jetzige Freigabe der Regulierungsbehörde zu bewerten? Wie sehen die Chip-Technologien und Produkte des Jahres 2003 aus? Wie entsteht ein sicheres WLAN im Zeitalter des WarDriving? Wie plant man ein Wireless-LAN? Werden Kabel verdrängt? Antworten und Ergebnisse einer Studie der ComConsult Technologie-Information auf dem Forum.

Ethernet in der Industrie

- Umgebungsanforderungen
- Feldbus-Verdrängung
- Realzeiteignung und Verfügbarkeit
- Verkablung im Produktionsbereich
- Strategien der SPS-Hersteller

Das traditionelle Fertigungs-Netzwerk ist im Umbruch. Auf der Leitebene werden die alten Yellow Cable-Infrastrukturen durch moderne Glasfaser-Strukturen ersetzt. Auf der Feldebene verdrängt Ethernet den Profibus und die anderen Feldbus-Systeme. Fast alle neuen Steuerungen, die jetzt auf den Markt kommen, auch die ganz kleinen, werden einen Ethernet-Anschluss haben. Doch wie sieht Ethernet auf der Feldbus-Ebene wirklich aus? Ist Ethernet wirklich Industrie-tauglich? Wie müssen Netzwerk-Produkte aussehen, die den harten Umfeld-Bedingungen genügen? Wie verhalten sich die traditionellen Netzwerk-Anbieter, was macht Cisco, oder ist dies ein Markt für Hirschmann und Siemens? Kann ein Ethernet-Netzwerk den bestehenden Realzeitanforderungen entsprechen? Mit welchen Technologien? Ist TCP wirklich für den Einsatz in der Produktion auf Feldebene geeignet? Wie sieht eine geeignete Verkabelung aus, die EN50173 ist nicht wirklich geeignet? Was sagen Siemens, Rockwell, Schneider, Jetter und die anderen wichtigen Anbieter von Automatisierungs-Lösungen zu diesem Thema? Wir stellen unsere große Technologie-Studie "Ethernet in der Industrie" auf dem Redesign-Forum 2003 der Öffentlichkeit vor und beantworten diese Fragen.

Sie sehen, das Netzwerk Redesign Forum 2003 wird seinem Ruf als die führende deutsche Kongressveranstaltung zu Netzwerk-Technologien wieder voll gerecht. Wie in jedem Jahr so wird sich hier auch 2003 die Branche treffen. Die Mischung aus hersteller-neutralen Top-Referenten, den neuesten Technologie-Entwicklungen, hochaktuellen Projekterfahrungen und direkt umsetzbaren Empfehlungen aus der Praxis, einer hochaktuellen Ausstellung, der gleichzeitigen Anwesenheit vieler relevanter Hersteller hat diesen Kongress zum jährlichen Treffpunkt der Branche gemacht.

In den letzten Jahren war diese Veranstaltung immer ausgebucht. Als Mitglied des VIP-Verteilers haben Sie hiermit die einmalige Chance, sich bevorzugt einen Platz zu buchen bevor die öffentliche Werbung anläuft.

Als Dankeschön für die vertrauensvolle Zusammenarbeit gewähren wir Ihnen dabei bis zum 31.12.2002 den einmaligen VIP-Sonderrabatt von 10 %.

Zögern Sie nicht und sichern Sie sich einen Platz auf unserer Top-Veranstaltung des Jahres 2003.

Ihr Dr. Jürgen Suppan

Anzeige

10 % Frühbucherrabatt bis 31.12.02

Netzwerk-Redesign Forum 2003

07.04. - 10.04.03 in Königswinter

Für Besucher unserer bisherigen Kongresse bzw. für die Teilnehmer am VIP-Verteiler bieten wir auch in diesem Jahr exklusiv eine Vorbuchungsphase für das Netzwerk- Redesign Forum 2002 bis zum 31.12.2002 für eine rabattierte Teilnahmegebühr an. Wie im letzten Jahr besteht auch in diesem Jahr die Möglichkeit, die Veranstaltung 3-tägig oder 4-tägig (mit Workshop am letzten Tag) zu buchen:

4 Tage Netzwerk-Redesign Forum 2003 mit Workshop
zum Preis bei Buchung bis 31.12.02 von € 1.610,--
statt regulär € 1.790,-- zzgl. MwSt.

3 Tage Netzwerk-Redesign Forum 2003
zum Preis bei Buchung bis 31.12.02 von € 1.430.--
statt regulär € 1.590,-- zzgl. MwSt.

Die Buchung ist verbindlich, kann aber jederzeit auf andere Mitarbeiter Ihres Unternehmens übertragen werden.

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

Anmeldung
Netzwerk-Redesign Forum 2003

Ich melde mich an für das
Netzwerk-Redesign Forum 2003

☐ **vom 07.04. - 10.04.03 mit Workshop**
zum Preis von € 1.610,-- zzgl. MwSt.*

☐ **vom 07.04. - 09.04.03 ohne Workshop**
zum Preis von € 1.430,-- zzgl. MwSt.*

☐ Bitte buchen Sie für mich ein Zimmer im Maritim Königswinter (€ 110,-- pro Übernachtung mit Frühstück)

von _____ bis _____

*Frühbucherpreise gültig bis 31.12.02

Buchen Sie über unsere Website:
www.comconsult-akademie.de

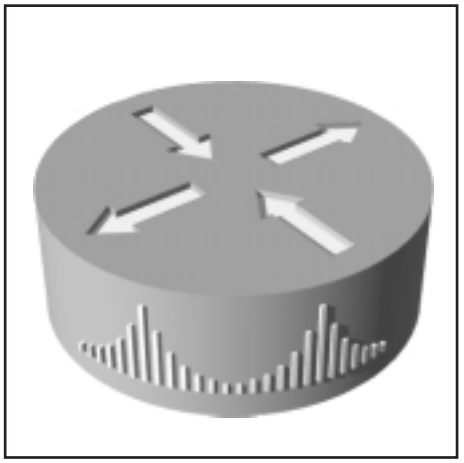
Vorname	Nachname
Firma	Abteilung
Position	Funktion
Straße	PLZ, Ort
Telefon	Fax
eMail	Unterschrift

Neues Seminar

Cisco-Router für Fortgeschrittene

Vom 3. bis 7. Februar 2003 veranstaltet die ComConsult Akademie in der AGIT Aachen zum ersten Mal ihr neues Seminar "Cisco-Router erfolgreich einsetzen für Fortgeschrittene".

Für alle die das Seminar "CISCO Router erfolgreich einsetzen" besucht haben oder die entsprechende Grundlagen-Kenntnisse mitbringen werden in diesem neuen Seminar zum einen ausgesuchte Inhalte des ersten Kurses vertieft und zum anderen weitere für die Praxis relevante Themen behandelt. Schwerpunkte des Seminars sind Redundanzkonzepte auf Layer 3. Sowohl Geräteredundanz durch VRRP und HSRP werden in Theorie und Praxis erläutert, als auch Wegeredundanz mittels der höheren Routingprotokolle OSPF und EIGRP.



Darüber hinaus werden wichtige Techniken behandelt, die typischer Weise in Unternehmen Probleme bereiten und durch den Einsatz von Routern gelöst werden können. Hierzu gehören beispielsweise doppelte IP Adressen bei Firmenfusionen, der Anschluss an einen Internetservice-Provider und Backups von unternehmenskritischen WAN Verbindungen. Im Seminar selber erfolgen aktive Konfigurations-Übungen an CISCO 2600-Routern, wobei in Kleinstgruppen zu je zwei Personen ein Gerät konfiguriert wird. Der Trainer Markus Schaub verfügt über langjährige Betriebs- und Praxiserfahrung mit CISCO-Routern und CISCO-Switch-Systemen. Er ist von Cisco CCNP&trade zertifiziert und für den Betrieb des CISCO-Router-Netzes der ComConsult Akademie verantwortlich.

Der Inhalt

Vertiefung ISDN
- Konfiguration von Dialer Profiles zur Flexibilisierung der Einwahl
- Leitungsredundanz für WAN-Strecken durch den Einsatz von Dial-Backup

Addresstranslation
- Einführung und beispielhafte Einsatzszenarien
- Einfachste Varianten: Static / Simple Addresstranslation
- Typische Anwendung bei einem Anschluss an einen ISP, wenn nicht ausreichend öffentliche Adressen zugeteilt wurden: Overloading Addresstranslation
- Was tun, wenn Netzadressen doppelt vergeben sind: Overlaping Addresstranslation
- Einfache Lösung zur Lastverteilung zwischen Servern: Load Distribution mittels Addresstranslation

Höhere Routingprotokolle
- Der de-facto Standard für Firmen- und Konzernnetzwerke: OSPF
  - Theorie und Praxis
    - Single Area Konzept für kleine und mittlere Netzwerke
    - Multi-Area Konzepte für große Netzwerke
- Einführung in das Cisco eigene Routingprotokoll EIGRP

Kontrolle von Routingprotokollen
- Redistribution – Wann ist Redistribution notwendig?
- Distribution Lists – Wie verhindert man Routing Loops?
- Route Maps – Kontrolle über die Routing Tabelle

Routerredundanz
- Der Standard: VRRP
- Heutiges Protokoll bei Cisco: HSRP
  - Unterschiede zu VRRP
  - Konfiguration
  - Welche Fehlkonfigurationen gibt es und wie kann man sie verhindern?

Queuing als QoS Maßnahme bei WAN Verbindungen
- Einfache aber wirkungsvolle Maßnahmen, wann werden sie eingesetzt, wann ist welche sinnvoll?
  - FIFO
  - Weighted Fair Queuing – Priority Queuing – Custom Queuing

Multicast
- Einführung Multicast
- Anmeldung der Clients am Router: IGMP
- Einsatz und Konfiguration von Multicastroutingprotokollen
  - DVMRP – PIM

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

Anmeldung Cisco Router II

Ich melde mich an für das Seminar

Cisco-Router für Fortgeschrittene

zum Preis von € 2.590,-- zzgl. MwSt.

☐ vom 03.02. - 07.02.03 in Aachen

☐ Bitte buchen Sie für mich ein Hotelzimmer

Buchen Sie über unsere Website:
www.comconsult-akademie.de

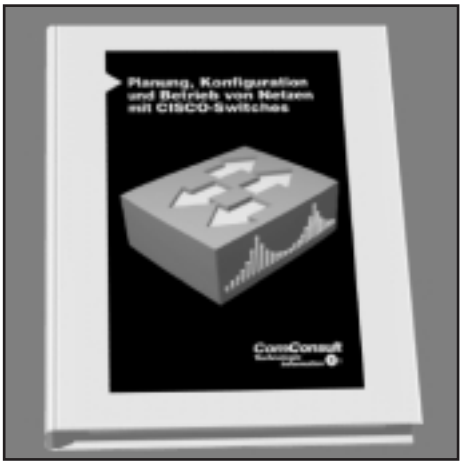
Vorname	Nachname
Firma	PLZ, Ort
Straße	eMail
Telefon, Fax	Unterschrift

Neuer Technologie Report

Planung, Konfiguration und Betrieb von Netzen mit Cisco-Switches

Der neue Report der ComConsult Technologie Information über die Planung, Konfiguration und Betrieb von Netzen mit CISCO-Switches (Schwerpunkt 6000 / 6500) entstand bei einem Anwender in einer Umgebung mit ca. 5000 Ports über 150 Standorten verteilt.

Geschrieben von Praktikern für Praktiker führt der Report den Leser Schritt für Schritt durch alle wesentlichen Stufen, um ein komplexes Netzwerk aufzubauen. Ausgehend von einem einfachen, reinen Layer-2-Netz bis hin zu einem hoch redundanten Netzwerk, welches sich über mehrere Standorte mit Serverfarm und Cluster erstreckt. Dabei werden nicht nur die theoretischen Grundlagen erläutert, besonderen Wert wird auf die direkte Anwendbarkeit aller Informationen gelegt. Alle notwendigen Konfigurationsschritte werden an einem Beispielnetz demonstriert, die notwendigen Befehle im Detail erläutert und viele Tipps und Tricks für die praktische Umsetzung und für Erweiterungen der Konfiguration gegeben. Alle notwendigen Produkte und Komponenten werden auf jeder Stufe aufgeführt und ihr Einsatz erläutert. Viele Empfehlungen reichen dabei weit über den reinen Betrieb der Switches hinaus. So wird auf den Betrieb eines Logging-Servers eingegangen und verschiedene Vorgehensweisen beim Troubleshooting vorgestellt und bezüglich ihrer Effizienz bewertet. Zudem finden Sie eine detaillierte Anleitung, wie Sie einfach und effizient die VLAN-Zugehörigkeit einer großen Menge von Switchports konfigurieren und verwalten können. Gerade diese Lösung hat sich in der Praxis sehr bewährt und sichert die Verwaltung eines umfangreichen Netzes durch eine minimale Zahl von Administratoren.



Der Schwerpunkt des Reports liegt auf den Catalysten der 6000er- und 6500er-Serien, jedoch wird immer auch auf andere CISCO-Produkte eingegangen. So werden im Etagenbereich des Beispielnetzes Catalysten der 3500er-Serie betrieben, das Inter-VLAN-Routing wird anhand verschiedener Lösungsbeispiele mittels Router und Layer-3-Switch der Catalyst 2900er-Serie demonstriert. Es gibt auch ein eigenes Kapitel, das den Betrieb einer MFSC, darauf aufbauende Layer-3-Lösungen und Routingprotokolle behandelt.

Dieser Report schließt eine oft vermisste Lücke zur vorhandenen Dokumentation von CISCO, denn er stellt Ihnen eine Komplettanleitung von erfahrenen Praktikern zur Verfügung. Hier lernen Sie, was man für den Betrieb eines realen Netzes benötigt und Sie erhalten wertvolle Hinweise und Tipps zur Umgehung von typischen Fehlern und Fallen. Damit werden Sie nicht nur in die Lage versetzt, Ihre CISCO-Umgebung sicher und zuverlässig aufzusetzen, sondern können auch Ihre Kosten bei der Installation, Administration und Fehlerbehandlung minimieren.

Aus dem Inhalt:

- Inbetriebnahme eines Catalysten und Konfiguration der Basisparameter wie IP-Adresse, SNMP und Loggig-Server
- Detaillierte Fehlerbeschreibung von Layer-2-Fehlern: Wie sie entstehen, woran man sie erkennt, was man dagegen unternehmen kann.
- VLANs: Wie werden sie auf den verschiedenen Komponenten aufgesetzt? Welche Möglichkeiten es gibt für das Routing zwischen VLANs? Was muss man bei der Zuordnung der Ports zu VLANs beachten? Welche Filter können gesetzt werden? Wie kann man ein mit VLANs durchzogenes Netz tunen?
- Redundanz durch Spanning Tree: Welche Lösungsmöglichkeiten gibt es die hohen Umschaltzeiten des klassischen Spanning Trees zu umgehen?
- Redundante Anbindung von Servern: Wie sind die Möglichkeiten zu bewerten?
- Bandbreitenaggregierung mittels EtherChannel: Was leistet das PAgP Protokoll von Cisco?
- Routerredundanz durch HSRP
- Einsatz einer MFSC und Routing mit dem 6500er: Wie setzt man in einem Lokalen Netz das Routingprotokoll EIGRP ein?
- Umgang mit Multicasts

Im Anhang findet man noch eine Zusammenfassung der zur Zeit erhältlichen Module und der Varianten der 6000er/6500er Serie.

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

Reportbestellung

Ich bestelle den Technologie Report

☐ **Planung, Konfiguration und Betrieb von Netzen mit Cisco-Switches**
zum Preis von € 298,--
zzgl. MwSt. und Versandkosten

Unterschrift

Bestellen Sie über unsere Website:
www.comconsult-akademie.de

Name, Vorname

Firma, Abteilung

Straße

PLZ, Ort

Bedingungen:

Die Ware kann nicht umgetauscht oder zurückgegeben werden. Bei Versand berechnen wir eine Gebühr von € 5,-- zzgl. MwSt. für Porto und Verpackung, bei 2 und mehr Reports € 10,-- zzgl. MwSt. (Bei Versendungen ins Ausland € 25,-- bzw. bei 2 oder mehr Reports € 30,-- zzgl. MwSt.)

Die Schwerpunktthemen des Netzwerk Insiders im Jahr 2002

Im März 1999 verschickten wir das erste Mal den Netzwerk Insider. Mit jeder Ausgabe seither lassen sich mehr Leser in den ComConsult eMail VIP-Verteiler aufnehmen, um das kostenfreie Abonnement zu nutzen. Mit den neuen Lesern steigt automatisch die Nachfrage nach früheren Ausgaben des Insiders (die wir Ihnen natürlich gerne zugemailt haben). Für diejenigen, die nicht seit der ersten Ausgabe zu unseren Lesern gehören und für diejenigen, die die Inhalte gerne geordnet – mit fortlaufendem Text, fortlaufender Seitennummerierung und Inhaltsverzeichnis – archivieren möchten, halten wir jeweils zum Jahresende ein Geschenk auf dem Club-Server der ComConsult Akademie www.akademie-comconsult.de bereit: Dieses Jahr gesellt sich das Netzwerk Insider Jahrbuch 2002 dazu.

Was ist drin? Am Anfang zeigt uns Petra Borowka den Dinosaurier **Ethernet auf dem Vormarsch** vom LAN in den MAN und WAN-Bereich.

Im Artikel der Februar-Ausgabe beantwortet Markus Holländer die Frage, ob es das **"Meta Directory – Die Königsklasse auch von Microsoft?"** gibt.

Im Schwerpunktthema vom März zeigt Sven Schuhmann die **"Vorgehensweise bei der Erstellung einer unternehmensweiten IT-Sicherheitspolitik".**

Roland Moos führt uns im April-Insider die Vorteile, aber auch die Risiken von **"Vollduplex-Ethernet"** gegenüber einer einfachen Halbduplex-Übertragung vor Augen.

"Konvergenz zu IP in mobilen Kommunikationssystemen – Weniger ist mehr" meinen Dr. Simon Hoff und Dr. Jochen Wetzlar zum Funknetz der Zukunft im Schwerpunktartikel vom Monat Juni.

"Ökonomie von Netzen: der Umbruch?", fragt Dr. Franz-Joachim Kauffels im Schwerpunktartikel vom Juli und hält dem die Beispiele von Telia und Yipes entgegen.

Im Schwerpunktartikel vom August erklärt Dr. Franz-Joachim Kauffels die Orthogonal Frequency Division Multiplex Technik **"OFDM – Der Signaligator"**, die bei den schnellen Varianten der WLANs nach IEEE 802.11a verwendet wird.

Über seine Erfahrungen mit den Produkten der Firma Cisco Systems mit **"Voice over IP im Rechenzentrum der Finanzverwaltung des Landes NRW"** berichtet Karl-Heinz Hommen-Menz im September-Insider.

Die Monatsausgabe vom Oktober widmet sich dem Thema **"Sicherheit in Wireless LAN: Eine endlose Geschichte?"** Dr. Simon Hoff und Hans Peter Mohn hinterfragen die Arbeit der Task Group i an IEEE 802.11i.

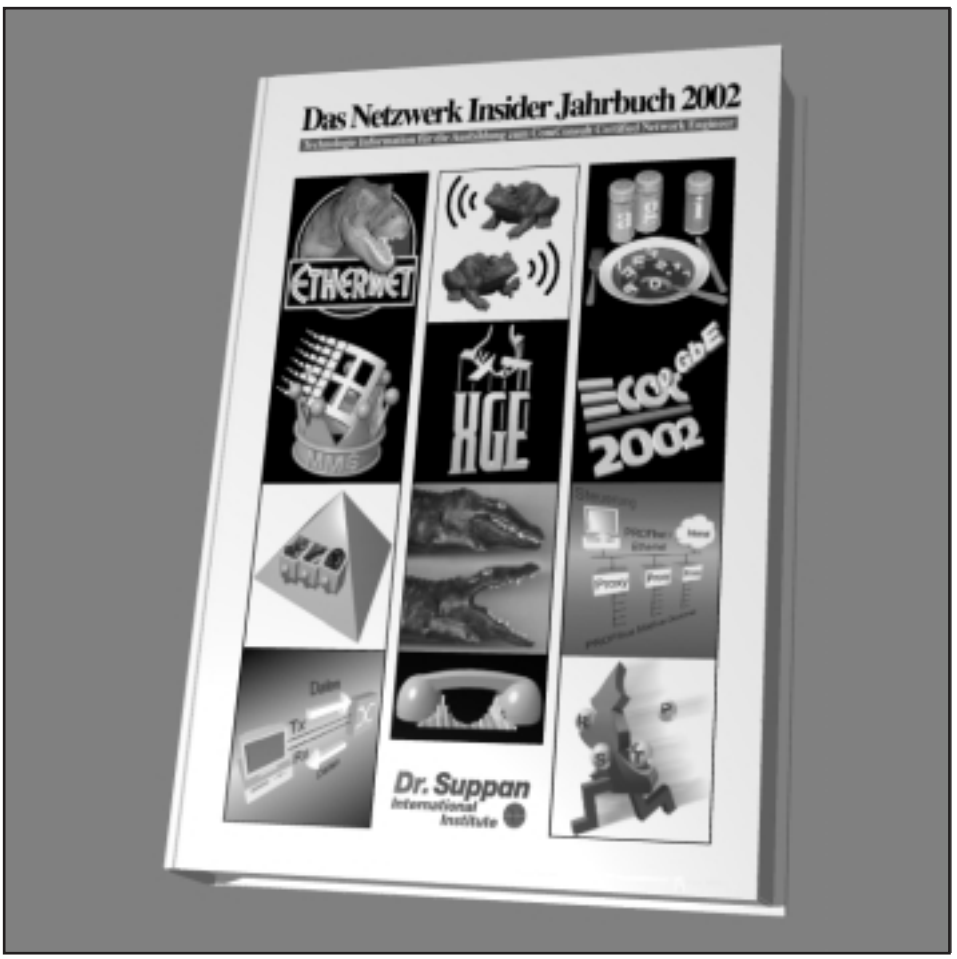
In der Sonderausgabe vom Oktober berichtet Dr. Franz-Joachim Kauffels über die 28. European Conference on Optical Communication **"ECOC 2002 – Durchbruch für 10 Gigabit Ethernet".**

Für unsere November-Ausgabe zeigt Roland Moos, wie **"Ethernet im industriellen Einsatz"** massiv in den Feldbus Bereich vordringt, um eine einheitliche und standardisierte Kommunikation vom Bürobereich bis hin zum Produktionsbereich zu ermöglichen.

Und natürlich ist das Thema dieser Dezemberausgabe, **"Der schnelle Baum"** Rapid Reconfiguration Spanning Tree (RSTP) von Markus Schaub im Jahrbuch 2002 auch schon mit drin.

176 prall gefüllte Seiten Netzwerktechnologien als PDF-Dokument zum Downloaden für alle Clubmitglieder unter www.comconsult-akademie.de.

Die Schwerpunktthemen des Jahres 2002: Das Netzwerk Insider Jahrbuch



Der schnelle Baum

Fortsetzung von Seite 1

Motivation

Als der Spanning Tree eingeführt wurde, ging man davon aus, dass viele Stationen an Netzwerk-Segmenten angeschlossen sind (vgl. Bild 1), und von VLANs hatte wohl noch nie jemand was gehört. Mit anderen Worten, an einem Bridge-Port war mehr als eine Station angeschlossen und insbesondere konnte es sich dabei um mehr als eine weitere Bridge handeln (vgl. Bild 1).

Mit der Einführung von Switch-Systemen und der damit verbundenen Verbreitung von dedizierten Netzen ergaben sich andere Möglichkeiten. Um vorab nur schon mal ein Beispiel zu erwähnen: bereits bei der Erweiterung 802.1t des Spanning Tree wurde berücksichtigt, dass es Ports gibt, an denen keine weiteren Brücken, sondern nur noch Endsysteme angeschlossen sind, so genannte Edge-Ports. Diese Ports brauchen bei ihrer Aktivierung die klassischen Port-Stati Blocking, Listening, Lerning und Forwarding nicht mehr zu durchlaufen, da bei Zuschalten dieser Ports kein Loop geschlossen werden kann. Folglich können sie sofort vom Blocking in den Forwarding Status wechseln. Aber es gibt noch weitreichendere Konsequenzen, auf die im Folgenden genauer eingegangen wird.

Rapid Reconfiguration Spanning Tree

Bei der Entwicklung des Rapid Spanning Tree hat sich zwar das Verfahren geändert, das Endresultat, nämlich eine loopfreie (spanning) und vollständige (tree) Topologie, ist jedoch dasselbe wie beim klassischen Spanning Tree. Genau genommen geht die Übereinstimmung sogar so weit, dass die stabile Topologie beider Varianten identisch ist. Mit anderen Worten, würde man nur das Resultat nach "vollzogener" Konvergenz betrachten, so könnte man nicht entscheiden, ob es durch das klassiche STP oder das moderne RSTP entstanden ist. Dies gilt unabhängig davon, ob es sich um die Konvergenz nach Inbetriebnahme eines geswitchten Netzes handelt oder um ein Respanning, sprich dem Umschalten auf Redundanz-Links.

Der Autor

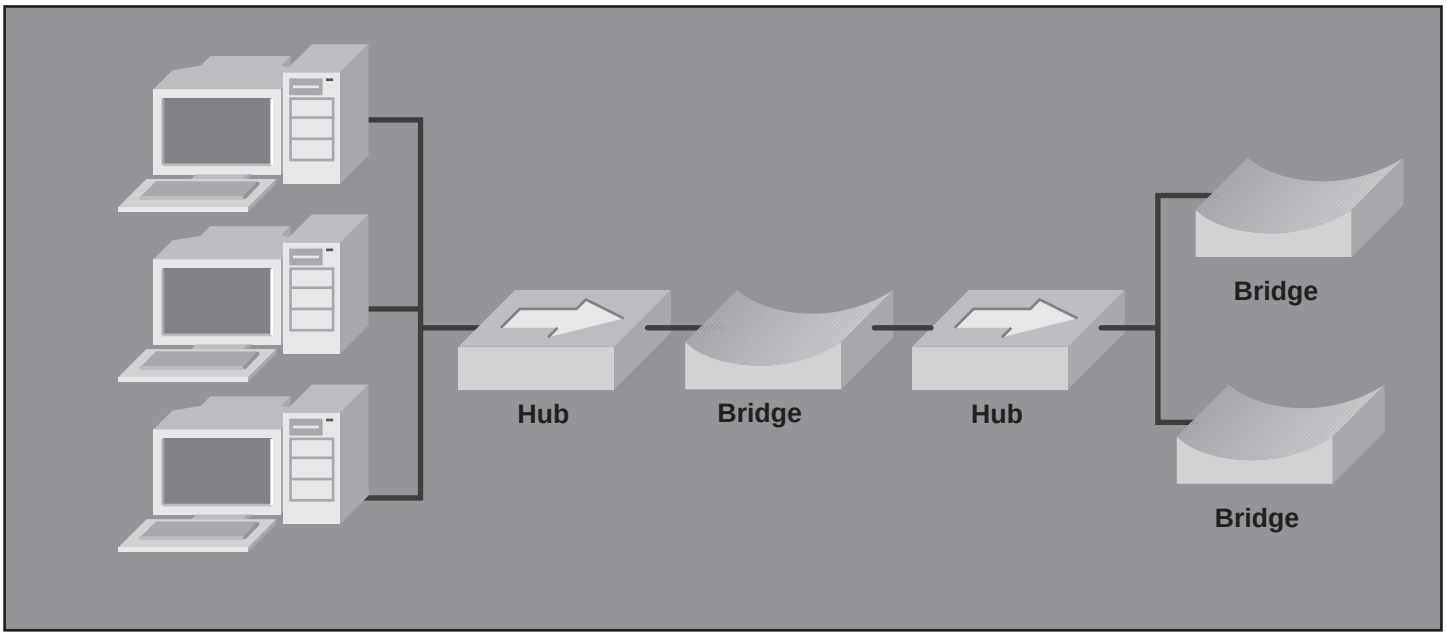
Markus Schaub verfügt über langjährige Betriebs- und Praxiserfahrung mit CISCO-Routern und CISCO-Switch-Systemen. Er ist CCNP und ComConsult Certified Network Engineer. Darüber hinaus ist er für den Betrieb des CISCO-Router-Netzes der ComConsult Akademie verantwortlich.

Ziele

Ziel bei der Standardisierung des RST war es einen Algorithmus zu entwickeln, der eine dramatisch kürzere Rekonfigurationszeit hat. Dazu wurden folgende Teilziele definiert und auch erreicht:

- Eventgesteuerte Auslösung der Rekonfiguration: Bislang war der Spanning Tree ausschließlich timer-basiert. Um bei einem Switch eine Reaktion auf eine Topologieänderung auszulösen, musste er 10 BPDU-Pakete auf einem Port verpassen. Das ist in der heutigen Zeit nicht mehr angemessen. Vielmehr kann ein Switch sofort reagieren, wenn der Link auf down geht, schließlich ist es offensichtlich, dass er nach Wegfall des Links die nächsten BPDUs verpassen wird.

Bild 1



- Angemessene Reaktion auf Änderungen: Viele Fehlerfälle können lokal behoben werden und müssen keine Auswirkungen auf die gesamte Topologie haben. Beispielsweise ist es häufig möglich die Änderungen auf zwei bis drei Switches zu beschränken, wenn ein Link ausgefallen ist.

- Portbasierte Auswertung von Informationen: Zu Zeiten der Entwicklung des klassischen Spanning Tree ging man von Bridges aus, die nur wenige Ports haben, nicht von den heutigen Multiportsystemen. Damals hatte eine Bridge nur eine einzige Bridge-Table, die als Ganzes gepflegt wurde. Heute sind moderne Switches in der Lage, ihre Tabellen port-bezogen zu bearbeiten. Das hat, wie im Folgenden noch erläutert wird, insbesondere Konsequenzen auf die Verbreitung von Topologieänderungen.

Als letzten Punkt wäre noch die Abwärtskompatibilität anführen, die für den gemischten Betrieb von Switches, die RSTP und nicht RSTP fähig sind, notwendig ist.

Bevor nun auf den neuen Spanning Tree eingegangen werden kann, zunächst eine kurze Wiederholung dessen, was von seinem klassischen Vorfahren her bekannt ist und auch bei RSTP noch Gültigkeit hat.

Root Bridge

Um die Kompatibilität zum STP zu erhalten, wird auch beim RSTP zunächst eine Root gewählt (vgl. Bild 2). Das Verfahren ist dabei – ebenfalls aus Kompatibilitätsgründen – dasselbe wie schon beim STP: Zunächst tauschen die Brücken BPDU-Frames aus und diejenige Brücke gewinnt die Wahl, die die kleinste Priorität besitzt. Die Priorität ist ein pro Bridge/Switch konfigurierbarer Parameter. Haben zwei Switches dieselbe Priorität, weil beispielsweise mit den Default-Werten gearbeitet wird, so werden die MAC-Adresse der Switches zu Tie-Breakern: der Switch mit der kleinsten MAC-Adresse wird Root. Die Priorität sollte auf alle Fälle gesetzt werden, da ansonsten die Auswahl der Root dem Zufall überlassen wird und zu Topologien führen kann, die nicht gewollt sind.

Designated Bridge

Ist ein LAN-Segment an zwei oder mehr Switches angeschlossen, so handeln diese Switches untereinander aus, welche Bridge die Pakete in Richtung der Root weiterleitet (vgl. Bild 3) Um Loops zu verhindern, kann das nur eine Bridge sein. Diese Bridge wird zur so genannten Designated Bridge. Entscheidend dafür, wer zur Designated Bridge wird, ist nicht mehr die Bridge Priorität, sondern in erster Linie die Pfadkosten, die sich von dieser Bridge bis zur Root hin ergeben. Die Bridge mit den niedrigsten Kosten wird Designated Bridge. Haben zwei Switches dieselben Pfadkosten, so wird die Portpriorität als zweites Kriterium herangezogen. Sollten auch die Prioritäten identisch sein, beispielsweise weil man sie bei den Default-Werten belassen hat, so kommt als nächstes Kriterium die Port-ID zum Zuge. Es mag den Leser verwundern, aber auch hier gilt, die niedrigste ID macht das Rennen. Sollten alle drei zuvor genannten Kriterien bei zumindest zwei Switches identisch sein, so wird als letztes anhand der kleinsten MAC-Adresse entschieden, welche Bridge Designated Bridge wird. Die Kosten und Portprioritäten sind konfigurierbare Parameter und sollten ebenfalls beim Design bedacht werden.

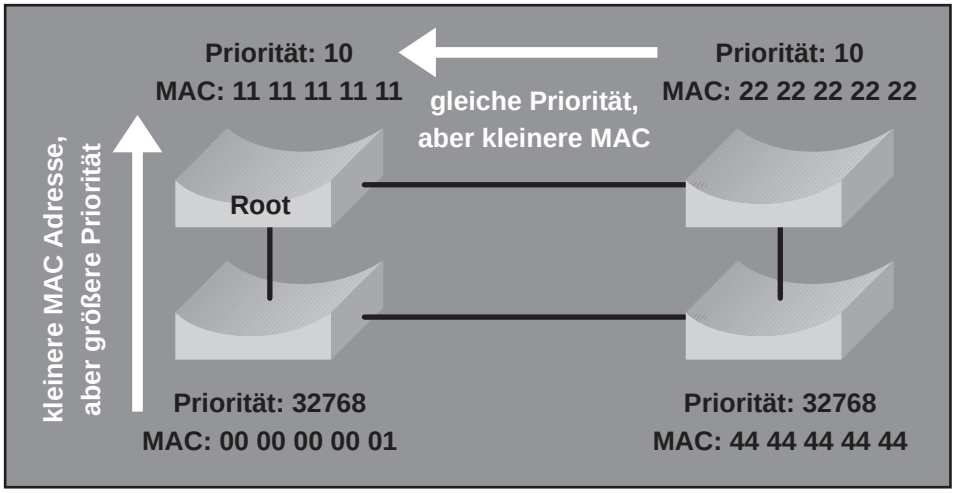
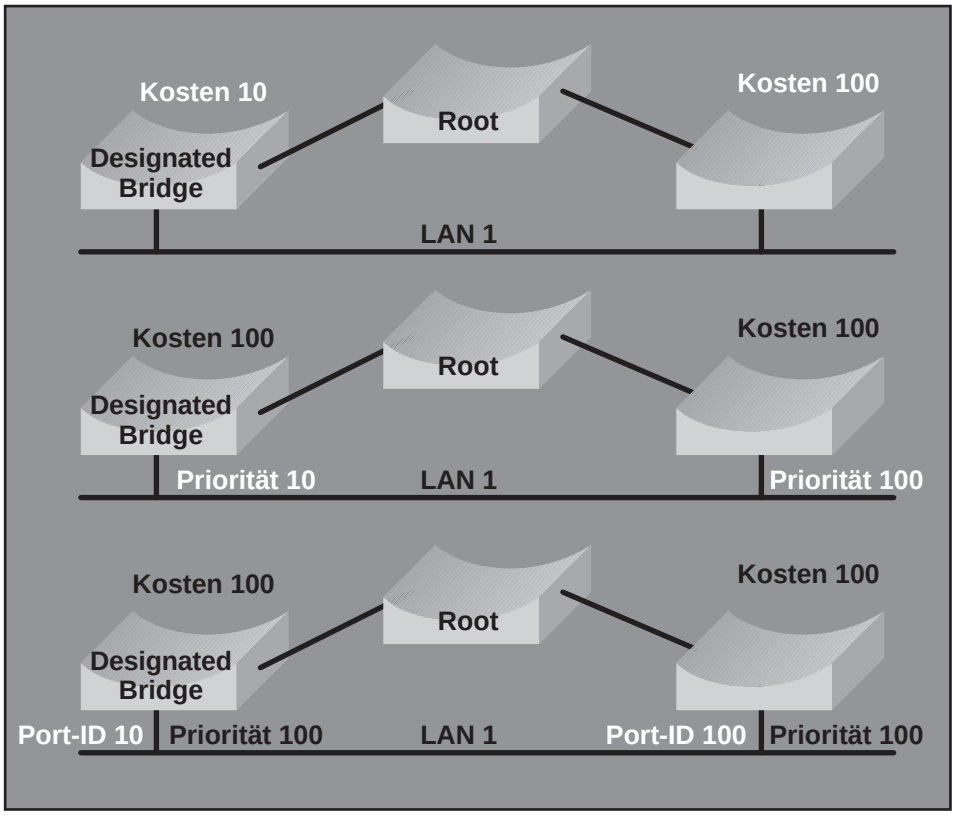


Bild 2 Root Bridge

Bild 3 Designated Bridge



Der schnelle Baum

Port-Rollen

Entsprechend der Bridge-Rollen werden nun Port-Rollen für die einzelnen Ports der Bridge verteilt. Bereits im klassischen STP gab es diese Port-Rollen, die beschreiben, welche Funktion innerhalb der Topologie ein Port erfüllt. Diese Port-Rollendefinition war jedoch reine Nomenklatur, die keine Bedeutung für die Bridge hatte. Das ändert sich mit dem RSTP: neben den altbekannten Rollen des Root Port, des Designated Ports und des Edge Ports (seit dem STP-Update IEEE802.1t) werden weitere eingeführt. Zum Verständnis des RST-Algorithmus ist es notwendig, zunächst auf die alten wie neuen Port-Rollen einzugehen, bevor das Verfahren beschrieben werden kann.

Root Port

Die Definition des Root Port hat sich im Vergleich zum klassischen STP nicht geändert (vgl. Bild 4, links). Ein Root Port ist ein aktiver Port, der upstream zur Root hin zeigt. Also ein Port, der in einem stabilen Zustand des Spanning Trees Pakete in Richtung der Root weiterleitet. Ein Root Port ist stets im Forwarding Modus, sobald der Spanning Tree vollständig und stabil ist. Sollte ein LAN-Segment zwei Ports in Richtung der Root haben und für beide dieselben Kosten zur Root aufweisen, so gilt ein Auswahlverfahren analog dem zur Wahl der Designated Bridge:

Zunächst wird der Port gewählt, der die geringsten Kosten zur Root vorweisen kann. Sollten zwei Ports dieselben Kosten aufweisen, so wird der mit der niedrigsten Priorität zum Root Port gewählt. Als letztes Kriterium wird die Port-ID herangezogen, falls auch diese Prioritäten identisch sind. Da die Port-ID auf einem Gerät eindeutig ist, wird die MAC-Adresse nicht mehr herangezogen wie bei der Wahl zur Root.

Unmittelbare Folgerung daraus ist, dass jedes LAN-Segment maximal einen Root Port haben kann. Sollte ein Switch selbst zwei Ports zur Root haben, so wird der Root Port genauso ausgewählt wie im oben beschriebenen Fall.

Designated Port

Designated Ports werden im Gegensatz zu Root Ports downstream zur Root bestimmt (vgl. Bild 4, rechts). Der Designated Port ist dabei der Port, der zu der Designated Bridge eines LAN Segmentes gehört.

Edge Port

Bis hier her hat sich in Bezug auf Bridge und Port-Rollen seit Einführung des Spanning Trees noch nichts geändert. Die erste diesbezügliche Änderung ergab sich mit der Erweiterung des STP-Standards durch IEEE 802.1t. Dieser führte erstmalig den Edge Port ein (vgl.Bild 5).

Die Definition eines Edge Ports ist denkbar einfach: an einem Edge Port sind keine weiteren Brücken oder Switches mehr angeschlossen. Dabei ist es egal, ob es sich um ein Endsystem wie einen PC oder Server handelt oder um eine weitere LAN-Komponente wie einen Router, Hauptsache das Gerät hat keinerlei Bridging-Funktionalität.

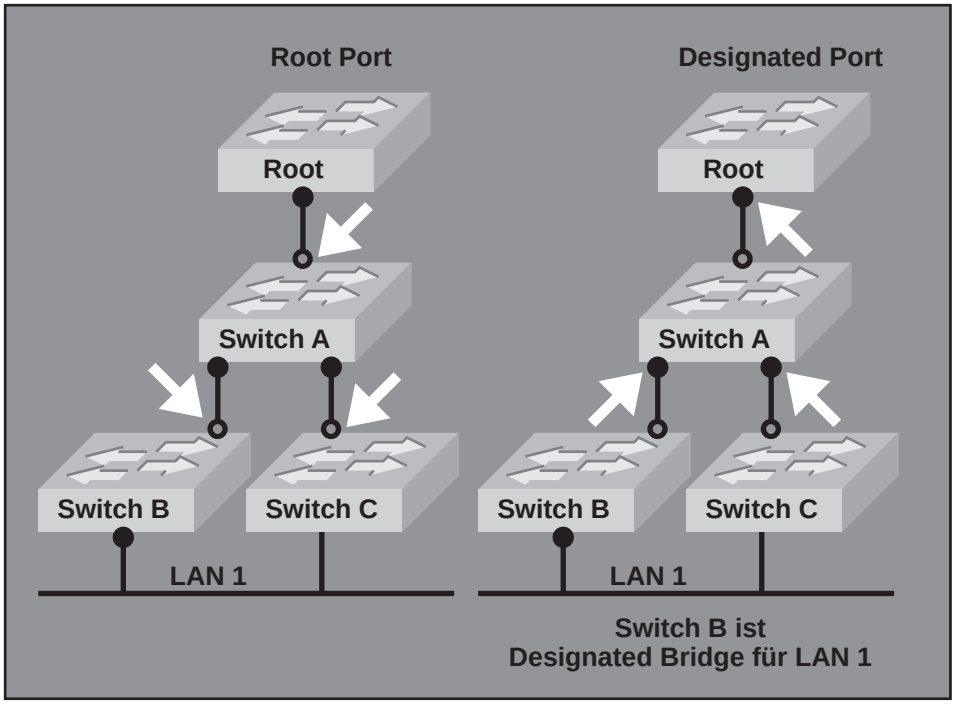


Bild 4 (oben)

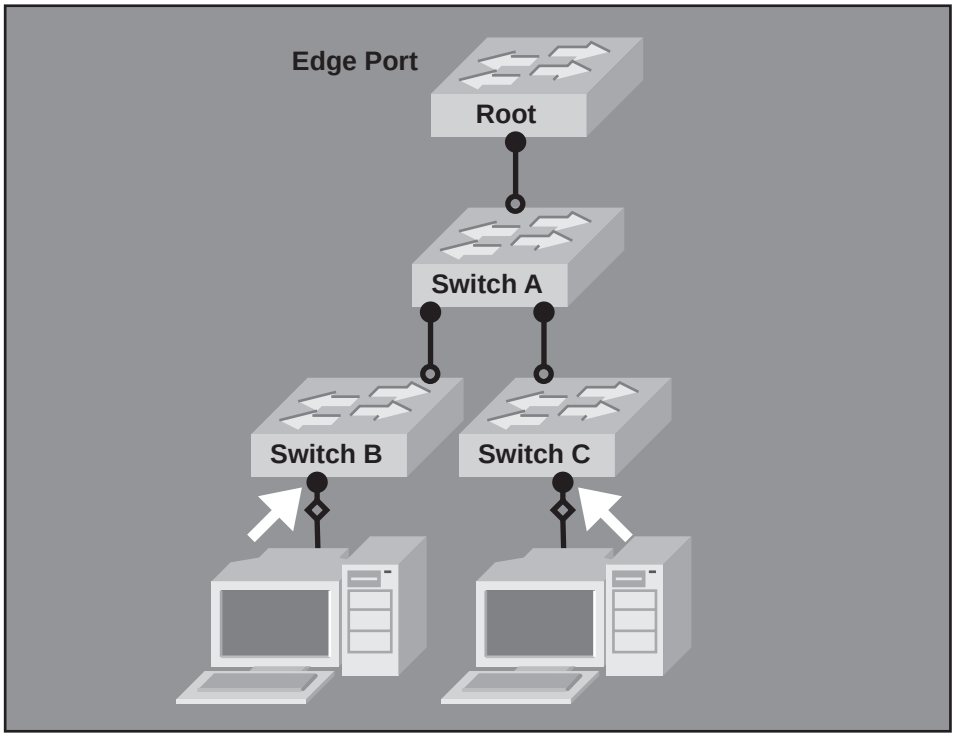


Bild 5 (unten)

Alternate Port

Die erste echte Neuerung des RSTP ist nun die Einführung zweier weiterer Port-Rollen für die Ports, die an der aktiven Topologie nicht teilnehmen, d.h. keine Frames weiterleiten (vgl. Bild 6, links).

Die erste neue Rolle ist der Alternate Port. Zum Alternate Port wird ein Port, der zwar einerseits einen Weg zur Root darstellt, jedoch selbst nicht zum Root Port wurde.

Backup Port

So wie ein Alternate Port einen weiteren, jedoch schlechteren Weg zur Root für einen Switch darstellt, so ist ein Backup Port ein weiterer jedoch schlechterer Weg zur Root für ein LAN Segment (vgl. Bild 6, rechts).

Backup oderAlternate Port

Bleibt noch zu klären, was ist, wenn ein Port sowohl Backup wie auch Alternate Port sein könnte. In diesem Falle handelt der Switch getreu dem Motto: "jeder ist sich selbst der Nächste" und erklärt den Port zum Alternate Port. Dies ist im Bild an dem in der linken Konfiguration an Switch C dargestellt.

Port Modi

Neben der Einführung dieser beiden neuen Port-Rollen wurden auch Änderungen an den Port Modi vorgenommen. Im Grunde genommen kann man es auf eine inhaltliche Änderung reduzieren: der Listening Modus ist weggefallen. Existierte der Modus bei dem Klassiker noch, um eine Bridge nicht durch Lernen und Zuhören zu überfordern, so verzichtet man nun ganz darauf.

Des weiteren wurde noch der ehemalige Blocking Modus in Discarding umbenannt, was jedoch reine Nomenklatur ist.

Discarding Modus

Der ehemalige Blocking Modus heißt heute Discarding Modus. Ein Port in diesem Modus leitet keine Datenframes weiter. Somit handelt es sich also entweder um einen Alternate oder einen Backup Port. Weitere Konsequenz ist, dass für einen Port im Discarding Modus keine Bridge-Table angelegt wird, da er keine benötigt.

Ein solcher Port ist jedoch nicht disabled, also nicht abgeschaltet. Er verarbeitet weiterhin BPDUs, die er empfängt, und versendet auch selbst welche. Schließlich müssen seine Nachbarn wissen, dass es ihn gibt, da er bei einem Respanning ggf. von Bedeutung wird.

Learning Modus

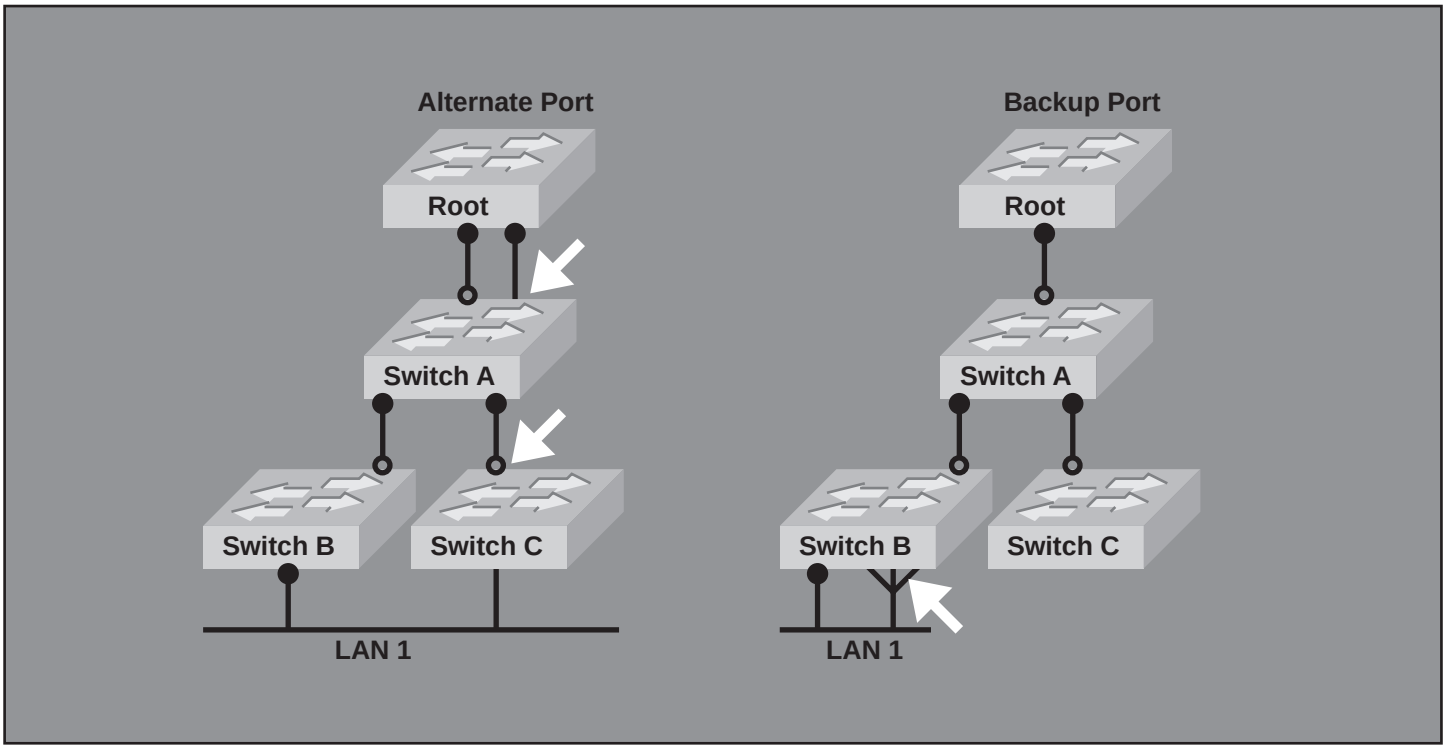
Hier hat sich noch nicht einmal der Name geändert, allerdings erfüllt er nun die Funktion des Listening Modus gleich mit. Ein Port im Learning Modus sendet, empfängt und verarbeitet BPDUs, allerdings sendet er keine Datenframes, auch verarbeitet er keine Frames mehr weiter, die er empfängt, außer dass er bereits aus den gesehenen Quelladressen die Bridge-Table aufbaut.

Im Grunde gibt es diesen Modus nur noch aus Kompatibilitätsgründen. In einem reinen RSTP-Netz kommt er zwar auch vor, ist jedoch – wie wir sehen werden – nicht mehr von Bedeutung.

Forwarding Modus

Hier haben sich keinerlei Änderungen ergeben: ein Port im Forwarding Modus sendet, empfängt und verarbeitet BPDUs und sendet und empfängt ebenso Frames zur Weiterleitung.

Bild 6



Der schnelle Baum

Port Status			
STP	RSTP	Active Topologie	Port Role
Disabled	Discarding	Excluded	Disabled
Blocking	Discarding	Excluded	Alterate / Backup
Listening	Discarding	Included	Root, Designated, Edge
Learning	Learning	Included	Root, Designated
Forwarding	Forwarding	Included	Root, Designated, Edge

Tabelle 1

Stellt man die neuen Modi den alten gegenüber so ergibt sich Tabelle 1.

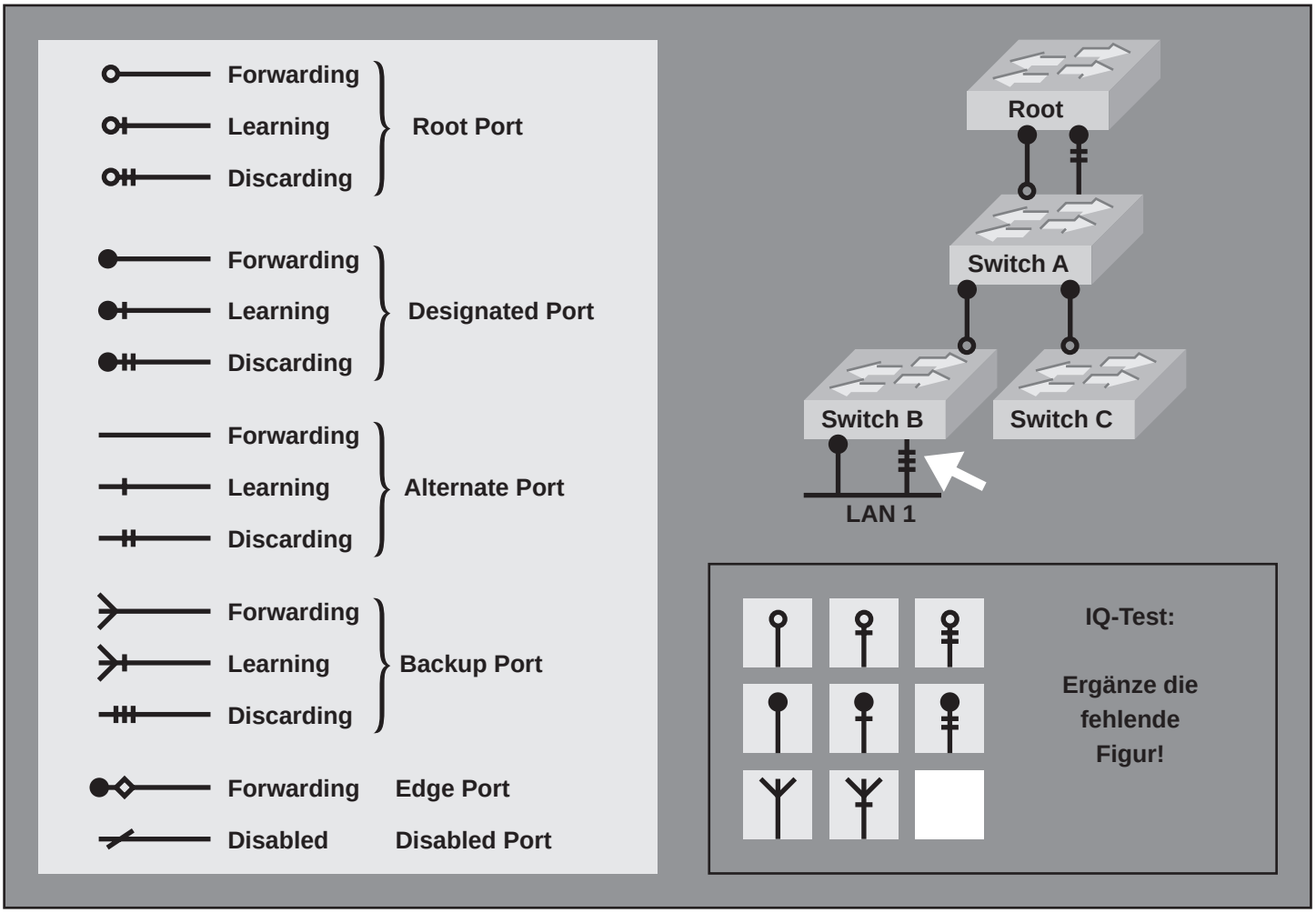
In der Tabelle 1 ist auch aufgeführt, wie sich ein Port in einem bestimmten Modus bezüglich der aktiven Topologie verhält.

Damit ist gemeint, ob er an der Bildung des Spanning Trees beteiligt ist oder nicht. Zusätzlich stellt die Tabelle einen leicht erkennbaren Zusammenhang zwischen den Port-Rollen und den Port-Stati her.

Für die zeichnerische Darstellung schlägt der Standard IEEE 802.1w Konventionen vor, die in dem Bild 7 dargestellt werden.

So komplex die Zeichnung auf den ersten Blick auch erscheint, so ist sie im Grunde einfach: der Beginn einer Linie repräsentiert die Port-Rolle, ein ausgefüllter Punkt ist ein Designated Port, ein leerer Kreis ein Root Port usw. Die senkrechten Striche bezeichnen den Status: kein Strich heißt Forwarding, einer Learning und zwei Discarding. Allerdings gibt es Ausnahmen: warum die IEEE das Dreieck als Backup Port im Discarding Modus weglässt und stattdessen drei senkrechte Linien einzeichnet, bleibt dem Autor verschlossen.

Bild 7



Der schnelle Baum

Punkt-zu-Punkt-Verbindung

Bevor nun der Algorithmus, der zu den niedrigen Umschaltzeiten führt, erläutert werden kann, muss noch kurz auf eine letzte Voraussetzung eingegangen werden, die seit Einführung des Spanning Trees durch die Switchsysteme hinzugekommen ist: Punkt-zu-Punkt-Verbindungen.

In der WAN-Welt sind diese bereits lange bekannt, typische Vertreter sind serielle X.21-Verbindungen oder auch ein B-Kanal einer ISDN-Einwahl (oder beide B-Kanäle, wenn Multilink gefahren wird).

Eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung zeichnet sich dadurch aus, dass es genau eine Verbindung zwischen genau zwei Geräten gibt. Dabei ist es unerheblich, ob diese Leitung physikalischer Natur (beispielsweise ein Patchkabel) oder logischer ist (beispielsweise Link Aggregation oder Multilink).

Auch wenn wir schon lange solche Punkt-zu-Punkt-Verbindungen im Ethernet betreiben, in einem vollgeswitchten Netz gibt es im Grunde nichts anderes mehr, so ist die Idee doch neu. Das ganze CSMA/CD-Verfahren des Ethernets ist darauf ausgelegt, dass mehr als eine Station in einem Ethernetsegment existieren kann. Entsprechend war auch der klassische Spanning Tree darauf ausgelegt, dass er mehr als eine Bridge über ein shared Medium und mehr als eine weitere Bridge über einen eigenen Port erreichen kann.

Diesem veränderten Design, dem dedicated LAN, trägt der RSTP-Standard Rechnung, indem er Punkt-zu-Punkt-Verbindungen bei dem Algorithmus berücksichtigt. Dazu wird ein Parameter eingeführt, der angibt, ob ein Port im Punkt-zu-Punkt-Modus arbeitet oder nicht.

Es gibt zwei Möglichkeiten, die einen Switch einen bestimmten Link als Punkt-zu-Punkt-Verbindung betrachten lassen:

1. Es handelt sich um einen aggregierten Link.

2. Ein Port arbeitet full-duplex.

Für Punkt zwei ist es egal, ob full-duplex konfiguriert wurde oder mittels Autonegotiation ausgehandelt wurde.

Wechselkriterien

Das oberste Ziel des RST-Algorithmus ist es, eine Topologie zu gewährleisten, die immer loopfrei ist.

Schon aus dieser Hauptdirektive lassen sich zusammen mit den Port-Rollen einige Kriterien für den Wechsel des Port-Status ableiten:

RST-Regel 0

> Ein Port kann unmittelbar sofort in den Discarding Modus versetzt werden.

Die Regel ist so offensichtlich, dass sie fast keiner weiteren Erläuterung bedarf: ein Port, der keine Frames weiterleitet, kann logischer Weise auch keinen Loop schalten. Es ist allerdings eben so offensichtlich, dass mit dieser Regel allein der Spanning Tree noch nicht schneller wird. Bei der Bildung des Spanning Trees kommt diese Regel jedoch häufig zur Anwendung, so dass man sie im Hinterkopf behalten sollte.

RST-Regel 1

> Der einzige Port eines LAN-Segmentes kann unmittelbar nach Link-Aktivierung in den Forwarding Modus wechseln.

Auch das ist eine schlüssige Regel. Gibt es für ein Segment nur einen Port, so wird auch dieser keinen Loop schalten können, da Pakete, die aus dem Port hinausgehen, ja von keinem anderen Switch mehr in den Baum zurückgeleitet werden können.

Voraussetzung ist allerdings, dass der Switch "weiß", dass er der einzige Switch des Segmentes ist. Dafür muss der entsprechende Port die Port-Rolle Edge haben. Dies kann entweder administrativ gesetzt werden, oder aber der Switch hat es selbst herausgefunden, weil er keine BPDU-Pakete auf dem entsprechenden Port empfängt. Wegen dieses Autosensing Mechanismus ist die Einstellung Edge Port bei einigen Herstellern der Default für alle Ports. Da auch ein Edge Port BPDUs versendet, würde ein später an einem Segment installierter Switch ihn bemerken. Ebenso wie er den "Neuling" im Segment erkennen würde, da er BPDUs empfangen würde. In diesem Fall würden beide Switches in den RSTP- bzw. in den STP-Modus wechseln - auch entgegen der manuell vorgenommenen Konfiguration.

RST-Regel 2

> Hat ein Root Port oder ein Designated Port diese Rolle ausreichend lange, so wechselt er in den Forwarding Modus.

Dass sowohl ein Root wie auch ein Designated Port sich in einer stabilen Topologie im Forwarding Modus befinden sollte, ist klar, schließlich ist es Aufgabe dieser Ports den Spanning Tree zu bilden.

Der erste Teil der Regel ist da schon etwas schwerer zu verstehen, was ist mit "ausreichend lange" gemeint?

Im Grunde genommen nichts anderes, als dass das Forwarding Delay abgewartet werden muss, so wie es beim STP war, nur unter Verkürzung um das Listening Intervall.

Diese Regel hat zwei Funktionen.

Erstens regelt sie das Verhalten eines Links, von dem der Switch nicht sicher weiß, ob es sich um eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung oder um einen Edge Port handelt (siehe Regel 1).

Zweitens stellt diese Regel die Abwärtskompatibilität sicher: ist ein Switch mit einem anderen Switch verbunden, der kein RSTP spricht, wechselt der RSTP-Switch in den STP-Kompatibilitätsmodus und arbeitet nach den klassischen Regeln.

RST-Regel 3

> War der Spanning Tree zuvor lange genug stabil, darf ein Alternate Port sofort zum Root Port werden und in den Forwarding Modus wechseln, falls der eigentliche Root Port ausfällt.

Dies ist die erste wirklich neue Regelung. Anschaulich besagt sie folgendes:

Hat ein Switch einen Root Port und einen Alternate Port und der Root Port fällt aus, so kann der Switch den Alternate Port sofort zum Root Port erklären und unmittelbar in den Forwarding Modus wechseln. Diese Regel wird auch Rapid Transition genannt.

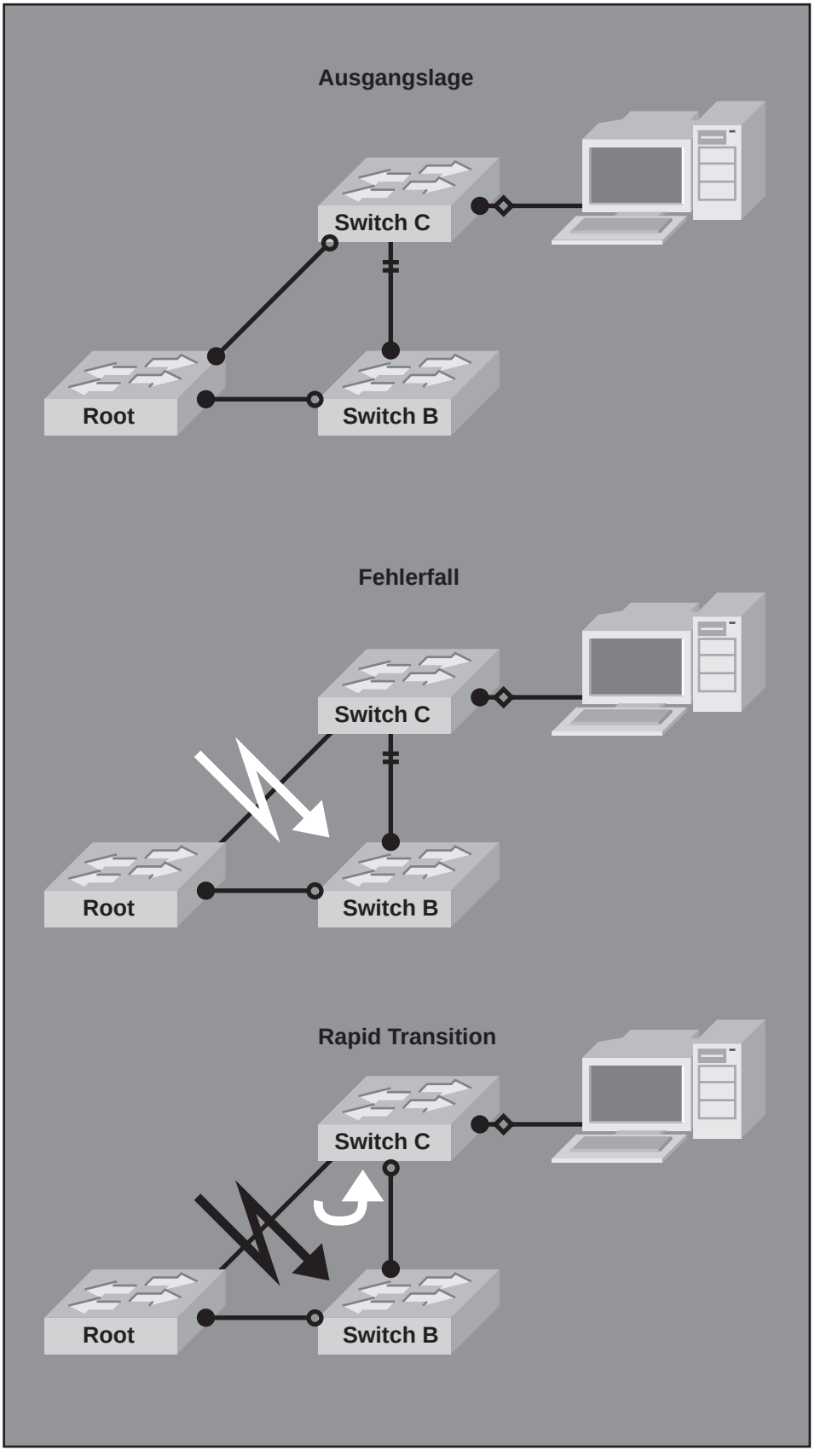


Bild 8

Betrachten wir ein einfaches, in der Praxis jedoch häufig vorkommendes Beispiel:

Bild 8 zeigt den Ausschnitt eines Gebäudenetzes.

Die Root und Switch B sind die beiden redundanten Systeme im HVT eines Gebäudes. Der Switch C ist aus Redundanzgründen an beide angeschlossen. In der Ausgangslage ganz oben im Bild ist der Link zwischen Switch B und C nicht aktiv. Konkret sieht das so aus, dass Switch C seinen Port in Richtung B im Discarding Modus hat. Beim Rapid Spanning Tree weiß C jedoch, dass er einen alternativen Weg zur Root über einen Port besitzt, der derzeit nicht aktiv ist. Für diesen Port zu B merkt er sich die Port-Rolle (Alternate Port).

Wenn der direkte Link zwischen der Root und Switch C ausfällt, kann C sofort auf den Alternate Port umschalten, indem er ihn zum Root Port macht und ohne Verzug vom Discarding in den Forwarding Modus wechselt.

Salopp kann man diese Regel 3 auch so formulieren, der Switch hält sich, wenn möglich eine Hintertüre offen.

In der Tat ist es so, dass ein Switch also nicht mehr nur den besten Weg zur Root berechnen muss, sondern auch den zweitbesten, um im Zweifelsfall auf diesen wechseln zu können.

RST-Regel 4

> Ein Designated Port einer Punkt-zu-Punkt-Verbindung darf in den Forwarding Modus wechseln, sobald sein Nachbarswitch sein OK gegeben hat.

Waren die Regeln 0 bis 3 noch verständlich so wird es bei dieser Regel schwierig, sie auf Anhieb greifen zu können.

Hinzu kommt, dass dies nicht nur eine neue Regel ist, sondern diese Regel nur dann ausgeführt werden kann, wenn sich zwei Switche miteinander über einen Wechsel verständigen, was ebenfalls neu ist.

Dazu werden zwei Messages definiert, der Request des Switches, der wechseln möchte, und der Reply des Nachbarn.

Der schnelle Baum

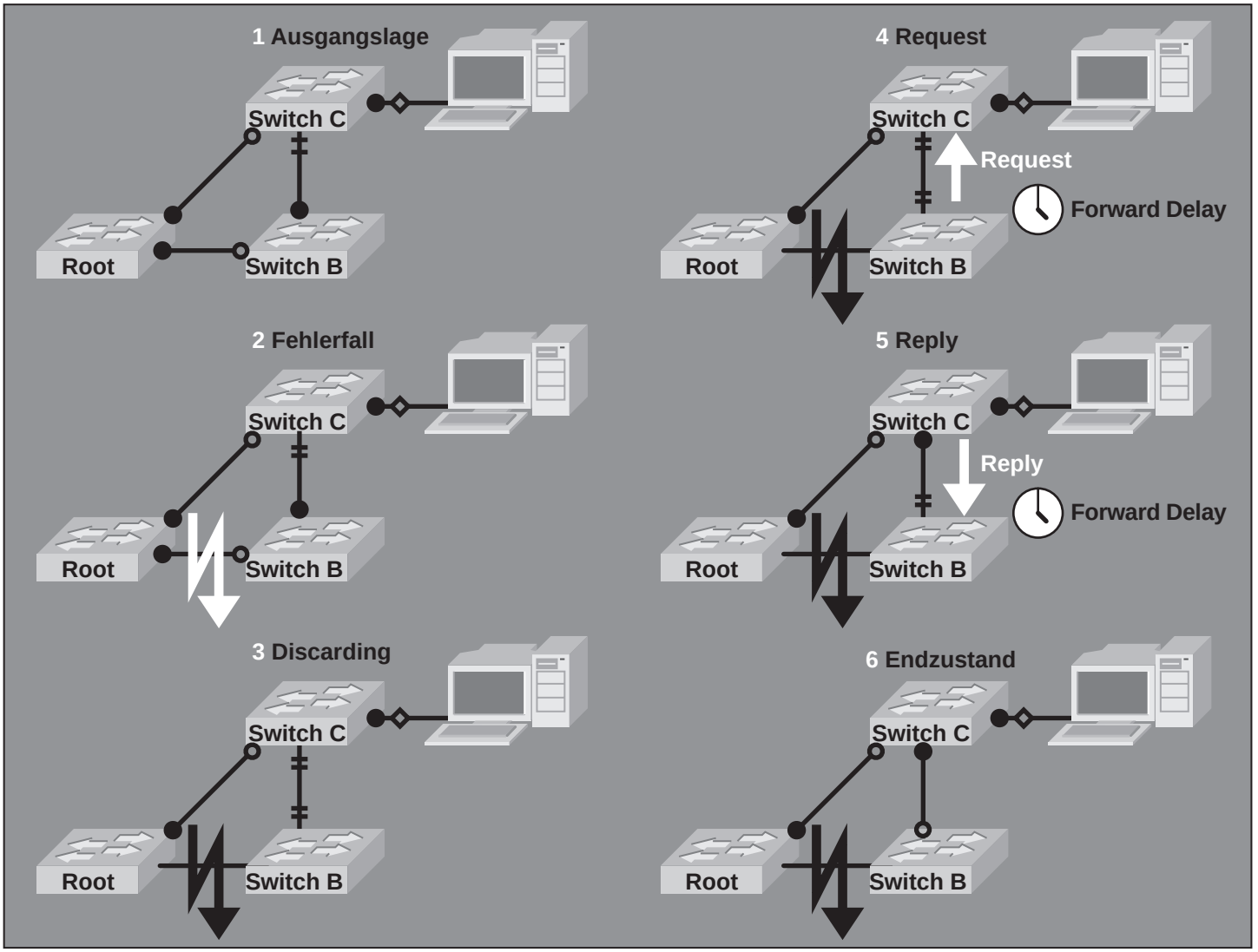


Bild 9

Betrachten wir ein erstes Beispiel, das die Regel inklusive der neuen Mechanismen veranschaulichen soll (vgl. Bild 9): Als Ausgangslage diehnt das gleiche Beispiel wie bereits bei Rapid Transition.

Dieses Mal fällt jedoch nicht der Link zwischen der Root und dem Etagen Switch C aus, sondern stattdessen der Link zwischen den beiden Switches im HVT, also zwischen der Root und Switch B. Anders als im vorherigen Beispiel besitzt B keinen Alternate Port sondern "nur" einen Designated Port, der grundsätzlich auch geeignet wäre, einen Weg zur Root über Switch C zu schalten. In diesem Fall kann er jedoch nicht sicher sein, dass es dabei zu keinem Loop kommt.

Aus diesem Grunde kommt zunächst Regel 0 zur Anwendung, der Designated Port zu Switch C wird auf Discarding gesetzt.

Als nächsten Schritt sendet er einen Request an seinen Nachbarn C auf der Etage, um diesen zu informieren, dass sich etwas geändert hat. Dies muss er tun, denn ein einfaches Offenhalten des ehemaligen Designated Ports hätte keinen Effekt, da die Verbindung zur Root nur dann wieder hergestellt werden kann, wenn auch C etwas ändert. Zeitgleich startet er einen Timer. Dieser Timer dient der Abwärtskompabilität, denn wäre der Etagenswitch nicht RSTP-fähig, so würde der Request ungehört verhallen und der Etagenswitch würde erst nach Durchlaufen des klassischen STP in einen Zustand kommen, der den Aufbau eines Spanning Trees ermöglicht. Deshalb lässt ein RSTP-Switch den Timer laufen und nach Ablauf des Forward Delay des klassischen Spanning Trees, würde der Switch den Port auf Forwarding setzen.

Switch C empfängt nun den Request. Das hat für ihn zunächst einmal nur zwei Konsequenzen:

1. Der Weg über Switch B ist nicht länger ein alternativer Weg zur Root und somit ist der entsprechende Port auch kein Alternate Port mehr.

2. Sein Nachbar Switch B hat im Gegensatz zu ihm keinen Weg zur Root mehr.

Da er selbst noch einen Weg zur Root besitzt, wird sein Port zu Switch B nun zum Designated Port. Bislang hatte der Switch im HVT ja die günstigeren Pfadkosten für den Link, weswegen auch der Port auf Switch B der Designated Port des Uplinks auf die Etage war. Jetzt allerdings hat nur noch C bezüglich dieses Links überhaupt einen Weg zur Root, weswegen C auch zur Designated Bridge wird.

Der schnelle Baum

Switch C ändert daraufhin die Port-Rolle des Ports von Alternate auf Designated. Da sich ansonsten für ihn nichts geändert hat, kann er den Port auch gleich auf Forwarding schalten, da er jetzt der Root näher ist als zuvor Switch B, das hat er durch den Request erfahren. Zudem sendet er seinem Nachbarn ein positives Reply, genannt auch "go ahead", in dem er ihm mitteilt, dass kein Loop geschlossen werden kann, wenn er (der Nachbar) in den Forwarding Modus wechselt.

Switch B empfängt den Request, und ändert nun die Port-Rolle von ehemals Designated auf Root und wechselt in den Forwarding Modus. Der Forwarding Timer hat keine Bedeutung mehr und wird nicht weiter beachtet, nachdem der Switch das Reply bekommen hat.

Zusammenfassung des ersten Beispiels: So kompliziert der Mechanismus auch erscheint verglichen mit dem klassischen Spanning Tree, so effektiv ist er jedoch auch. Die Ziele des Verfahrens wurden alle erreicht:

1. Zu keiner Zeit hat es einen Loop im Netz gegeben.

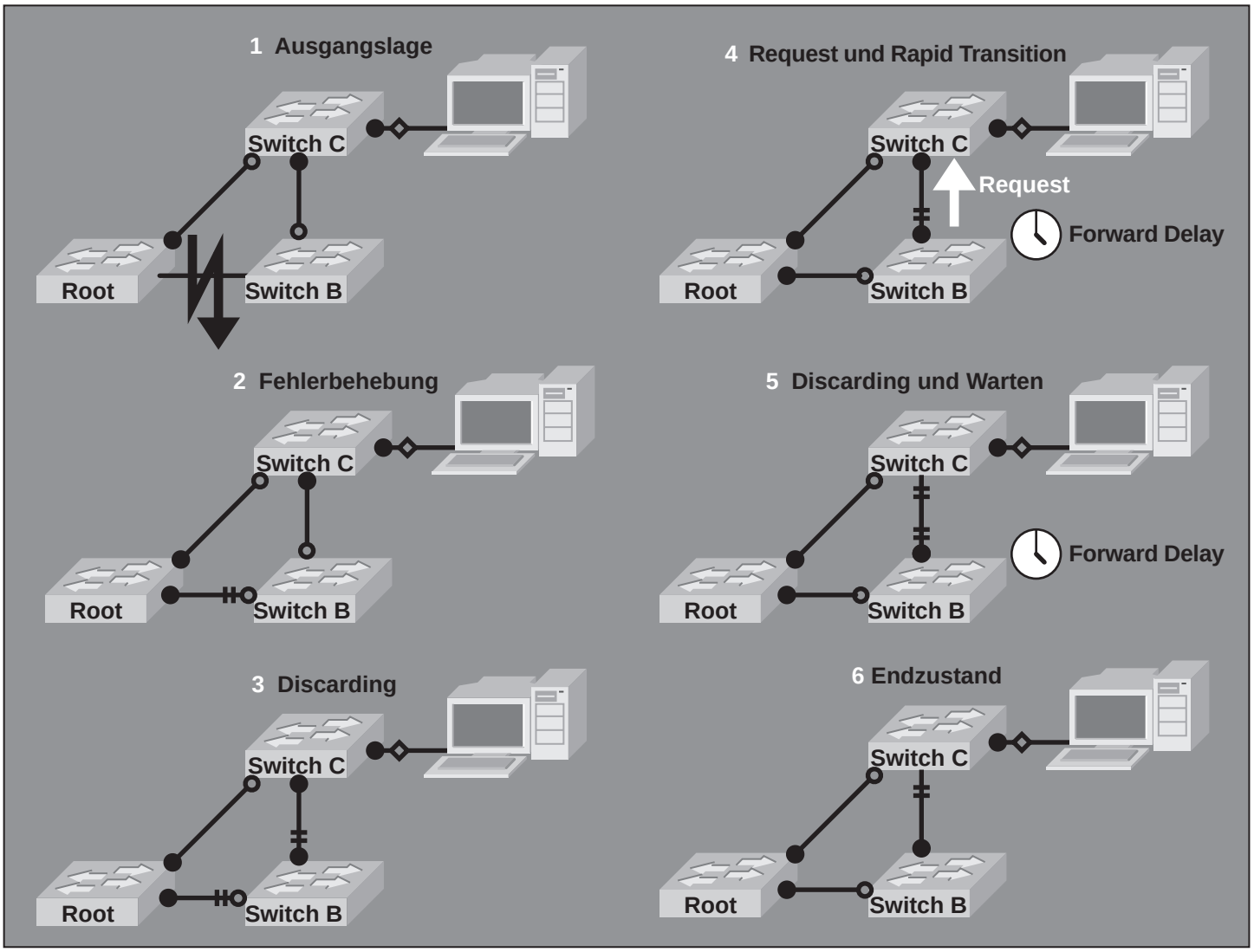
2. Der Endzustand entspricht dem des klassischen Spanning Trees.

3. Es wurde nicht mehr Timer- sondern Event-basierend gearbeitet.

Gerade der letzte Punkt ist für die Umschaltzeit entscheidend. Versuche verschiedener Hersteller, die RSTP bereits implementiert haben, zeigen, dass Umschaltzeiten von unter einer Sekunde problemlos selbst über mehrere kaskadierte Switches hinweg erreicht werden können.

Doch schauen wir uns noch ein zweites Beispiel an: So einfach die Beispieltopologie auch gewählt ist, so brauchbar ist sie auch, um die verschiedenen Auswirkungen der vierten RSTP Regel zu verdeutlichen. Nehmen wir an, der Linkausfall im HVT wurde vom Netzbetriebspersonal festgestellt und beispielsweise durch einen Kabeltausch behoben. Damit müsste sich auch der Spanning Tree wieder in seinen ursprünglichen Zustand zurück transformieren. Betrachten wir, was geschieht (vgl. Bild 10). Der Link zwischen der Root und Switch B ist wieder hergestellt, der Fehler ist behoben. Bevor Switch B jetzt seinen direkten Link zur Root wieder auf Forwarding schalten darf, muss er zunächst seinen aktiven Root Port in den Discarding Modus versetzten, da ansonsten ein Loop geschaltet würde. Gemäß Regel 0 ist das jedoch kein Problem. Anschließend kann er den neuen Root Port aktivieren.

Bild 10



Jetzt möchte Switch B jedoch auch den Port in Richtung Etagenswitch zum Designated Port für das LAN-Segment zwischen sich und Switch B machen. Dies darf er jedoch nicht ohne Zustimmung des Etagenswitches, da es auch sonst wieder zu einem Loop kommen würde. Also sendet er wie im ersten Beispiel einen Request und startet ebenfalls wieder den Timer für das Forward Delay.

Der Etagenswitch erkennt nun, dass er in dieser neuen Situation zu Unrecht der Designierte Switch für die Strecke zwischen ihm und Switch B ist, weil er beispielsweise eine höhere Portpriorität als sein Nachbar hat. Er versetzt gemäß Regel 0 den Port also sofort in den Discarding Modus. Ferner erkennt er an dem Request, dass Switch B jetzt wieder einen Weg zur Root hat. Zwar nicht den besten aber den zweitbesten Weg. Also ändert er die Port-Rolle von Designated in Alternate.

Was er jetzt nicht tut, im Gegensatz zum ersten Bespiel, ist, er sendet kein "go ahead" also keinen Reply. Switch B muss also den Ablauf des Timers abwarten, bevor er den Port zum Etagenswitch in den Forwarding Modus versetzen kann. Streng genommen durchläuft er sogar den Learning Modus zuvor, auch wenn er dabei nichts lernt.

Warum nun unterbleibt der Reply des Etagenswitches?

Der Grund ist einfach: der Link zwischen Switch B und Switch C ist eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung und beide Switches haben einen eigenen Root Port, der mit dem Nachbarn nichts zu tun hat. Das Unterlassen des Replys hat somit zwar Auswirkungen auf die Vollständigkeit des Spanning Trees, der erst nach Ablauf des Timers und des Learning Modus wieder hergestellt ist, jedoch keinerlei Auswirkungen auf den Pakettransport, da das Segment, das für diese Zeitspanne keine Pakete erhält, das einzig betroffene Segment ist und selbst keine Endstationen enthalten kann (Punkt-zu-Punkt-Bedingung).

Zusammenfassung des zweiten Beispiels: Auch hier wurden die Ziele des Verfahrens alle erreicht:

1. Zu keiner Zeit hat es einen Loop im Netz gegeben.

2. Der Endzustand entspricht dem des klassischen Spanning Trees.

3. Es wurde nicht mehr Timer- sondern Event-basierend gearbeitet.

4. Der einzige Timer, der bis zum Ende durchläuft, hat keine Konsequenzen bei der Paketvermittlung.

Betrachtet man beide Beispiele zusammen, wird aber noch eine Bedingung des Rapid Spanning Trees klar, die zwar nur bei Regel 3 erwähnt wurde, jedoch analog für alle anderen Regeln (außer der Nullten) gilt: "War der Spanning Tree zuvor lange genug stabil". Was damit verhindert werden soll, ist ein kontinuierliches Respanning ausgelöst durch einen Flapping Port. Wäre in dem Beispiel der Link aufgrund eines Wackelkontaktes ausgefallen und wenige Sekunden später wieder aktiviert worden, so hätte das zu einer Verzögerung der zweiten Neuberechnung geführt. Damit versucht man den Spanning Tree vor solchen "Wacklern" zu schützen, die ansonsten je nach Position des Wacklers zeitweise zu Komplettausfällen des Netzes führen würden.

Topologie Change

Beim Klassiker war es so, das eine Änderung irgendwo im geswitchten Netz dazu führte, dass alle Switches ihre gesamten Bridging Tables vergaßen und neu lernten. Das war notwendig, damit Pakete nicht falsch zugestellt wurden, also in einen Zweig des Baumes weitergeleitet wurden, über den sie wegen des Respanning nicht mehr zugestellt werden konnten.

Nehmen wir das erste Beispiel von eben: Hat die Root ihre Bridge-Table nicht vergessen, so würde sie versuchen, Pakete zu Rechnern, die an Switch B angeschlossen sind, weiterhin durch einen nicht mehr funktionsfähigen Port zu versenden.

Grundsätzlich gilt das natürlich auch beim Rapid Spanning Tree. Allerdings sind die meisten Switches heute dazu in der Lage ihre Bridge-Table portbezogen zu verwalten und nicht wie die alten Bridges nur als Ganzes betrachten zu können. Aus diesem Grund hat man versucht auch diesen Effekt beim RSTP zu optimieren und das "Vergessen des Gelernten" auf die notwenigen Porteinträge zu beschränken.

Diese Funktionen sind allerdings optional und jeder Switch kann für sich entscheiden, ob er nicht doch seine ganze Bridge-Table verwirft, anstatt nur auf Portebene zu löschen. Auch das ist notwendig um eine Abwärtskompatibilität zu gewährleisten.

Versand der TC-Meldung

Früher wurde die Meldung upstream in Richtung Root von allen Switchen nur durchgereicht, jedoch vorläufig nicht beachtet, erst wenn sie von der Root als TC-Meldung downstream zurück kam, wurde sie beachtet und anschließend der Erhalt bestätigt. Das wurde beim Rapid Spanning Tree geändert:

1. Die TC-Meldung wird auch auf downstream Ports (also auf dem Weg zur Root) beachtet.

2. Der Empfang wird nicht bestätigt.

3. Um den Empfang sicherzustellen wird die Meldung beim RSTP zweimal verschickt.

Verarbeitung der TC-Meldung

Aber nicht nur der Versand sondern auch die Verarbeitung durch die Switches hat sich geändert. Das Regelwerk klingt kompliziert, ist jedoch im Grunde recht einfach. Betrachten wir die einzelnen Punkte:

1. Einträge, die sich auf wegfallende Ports (discarding oder disabled) beziehen, werden gelöscht.

2. Löschen der Einträge aller Ports eines Switches, bei dem ein Alternate Port zum Root oder Designated Port wurde.

3. Ein Switch löscht alle Einträge seiner Routing Table, es sei denn Regel 4 oder 5 findet Anwendung.

4. Für Edge Ports ändert sich niemals etwas, solange sie Edge Port bleiben. Einsichtig, sie bilden auch eine Ausnahme zu Regel 2 und 3.

5. Für einen Port, auf dem eine TC-Meldung empfangen wird, bleibt die Bridge-Table erhalten.

6. Wird ein Alternate Port zum Root Port, so kann der Alternate Port alle Adressen übernehmen, die zuvor dem Root Port zugeordnet waren.

Hinzu kommen noch zwei Punkte, die sich auf die Erzeugung und Weiterleitung von TC-Meldungen beziehen:

1. Systeme, auf denen sich etwas ändert, senden TC-Meldungen auf dem Root und auf allen Designated Ports.

2. Empfangene TC-Meldungen werden auf dem Root und auf allen Designated Ports weitergeleitet.

Der schnelle Baum

Auch hierfür ein Beispiel:

Ausgangslage (vgl. Bild 11) sei dieses Mal ein Gebäude mit einem HVT mit zwei Switches, auf der Etage werden sechs Etagenswitche betrieben. Da die Switches nicht stackable sind jedoch RSTP beherrschen, werden sie kaskadiert betrieben. Zudem fehlen Uplink-Leitungen zwischen HVT und Etagenverteiler. Man verzichtet auf die Dreieckschaltung und verbindet die beiden "Stacks" direkt miteinander.

In dieser Situation lassen wir nun einen der Hauptswitches ausfallen. Das Respanning läuft nun nach den zuvor schon beschriebenen Mechanismen ab. Was passiert jedoch mit den TC-Meldungen?

Im Bild außen vor gelassen sind die Endgeräte, die an den Etagenswitches angeschlossen sind. Es wird davon ausgegangen, dass es sich um Switches handelt, die Edge Ports bereits kennen und verwalten können, insofern ändert sich für die Bridge-Table in Bezug auf diese Ports auch nichts.

Der Switch, der den Ausfall bemerkt, sendet nun eine TC-Meldung (offizielle Bezeichnung: TCN für Topologie Change Notification) an alle seine Nachbarn (2x)(Bild 12). Diese reagieren bereits auf diese Meldung und warten nicht erst ab, dass sie eine TC-Meldung von der Root erhalten. Gemäß dem oben beschriebenen Regelwerk, werden nun die Tabellen portbezogen gelöscht.

Man beachte, dass besonders die Ausnahmeregel 5 auf der linken Seite zum Zuge kommt, da nur noch für einen von zwei Ports die Tabelle gelöscht werden muss (Bild 12).

Das ist auf der rechten Seite anders. Das liegt daran, dass sich die Root und die Designated Ports vertauscht haben, weshalb die Bridge-Tables der gesamten Systeme gelöscht werden müssen.

Zusammenfassend lässt sich zu Änderung der TC-Verbreitung sagen, dass sie sicherlich "nice to have" ist, man jedoch auch ohne leben kann, sollte es von dem ein oder anderen Hersteller nicht unterstützt werden. Die Einsparungen überflüssiger Löschungen halten sich in Grenzen und die Zeit, bis sich das Netz bezüglich ungewollter Weiterleitungen wieder stabilisiert hat, hält sich in Grenzen.

Probleme macht der Rapid Reconfiguration Spanning Tree nicht was die TC-Verbreitung angeht, Probleme kommen aus einer ganz anderen Richtung: er ist zu schnell.

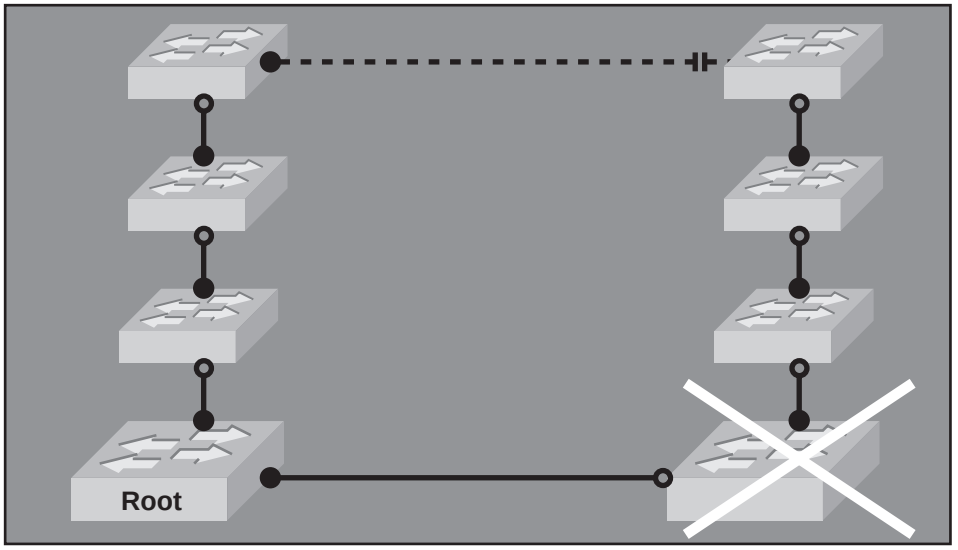


Bild 11 (oben)

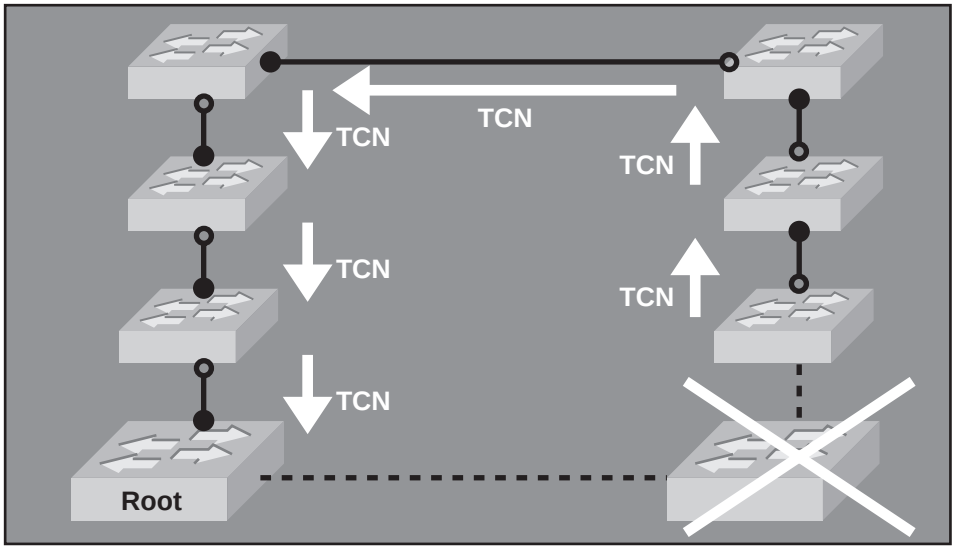
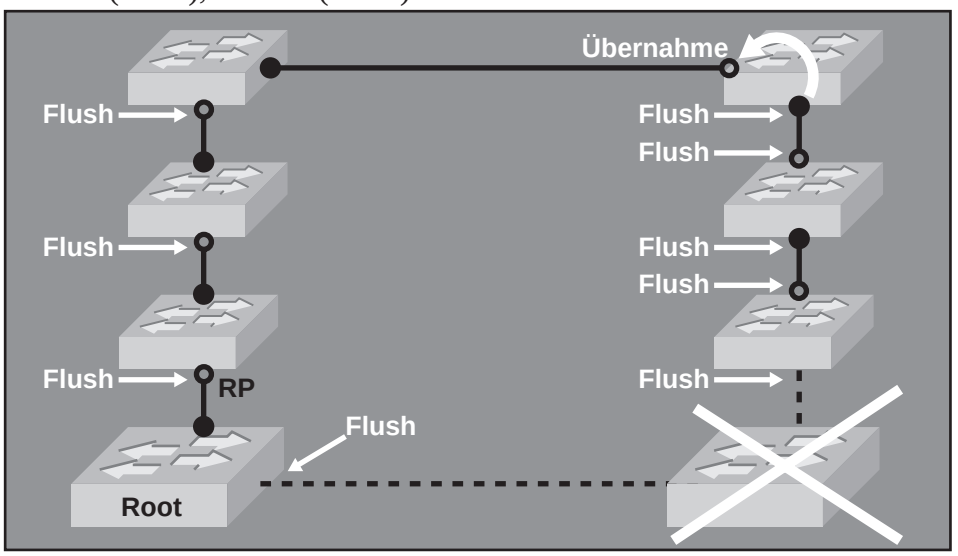


Bild 12 (Mitte), Bild 13 (unten)



Quelle: Petra Borowka, UBN

Problemfälle

Frameverdopplung

Durch die schnelle Umschaltung kann es theoretisch zu Frameverdopplungen beim RSTP durch das Respanning kommen (Bild 14).

Zu einer Frameverdopplung kann es nur während eines Respanning Prozesses kommen. Bild 14 zeigt ein Beispiel.

Im ersten Schritt sendet eine Station ein Paket an eine Station. In dem Beispiel hängt der Empfänger am selben Switch wie der Sender, so dass der Frame direkt zugestellt werden kann. Nehmen wir jedoch an, dass der Switch die Empfänger Adresse noch nicht gelernt oder bereits wieder "vergessen" hat, bzw. dass es sich um einen Broadcast bzw. Multicast handelt. Der Switch, im Beispiel die Root, leitet den Frame also einerseits zum Empfänger, Frame 1, andererseits an alle anderen Switche weiter (Schritt 2). Noch bevor die anderen Switche A und B den Frame haben verarbeiten können, fällt der Link zwischen der Root und Switch B aus (Schritt 3) und es kommt zum Respanning während die Frames 1.1 und 1.2. noch in den Puffern der Switche auf ihre Abarbeitung warten. Nimmt man nun an, dass der Respanning Prozess entweder wichtiger als die Paketverarbeitung ist oder das Respanning so schnell vonstatten geht, dass sich die Frames noch in den Speichern der Switche befinden, nachdem die neue Topologie berechnet wurde, so werden die Frames 1.1 und 1.2 von Switch A und Switch B wechselseitig weitergeleitet (Schritt 4).

Switch B wird den Frame anschließend verwerfen, da er keinen Partner mehr hat, an den er den Frame zustellen könnte, ohne ihn zurück zu A zu schicken. Anders aber bei Switch A: dieser hat den Frame 1.2 über den Port zu Switch B empfangen und leitet ihn nun zur Root zurück (Schritt 5). Die Root kann nicht erkennen, dass sie den Frame bereits schon einmal verarbeitet hat und leitet ihn an den Empfänger weiter, der ihn somit ein zweites Mal erhält.

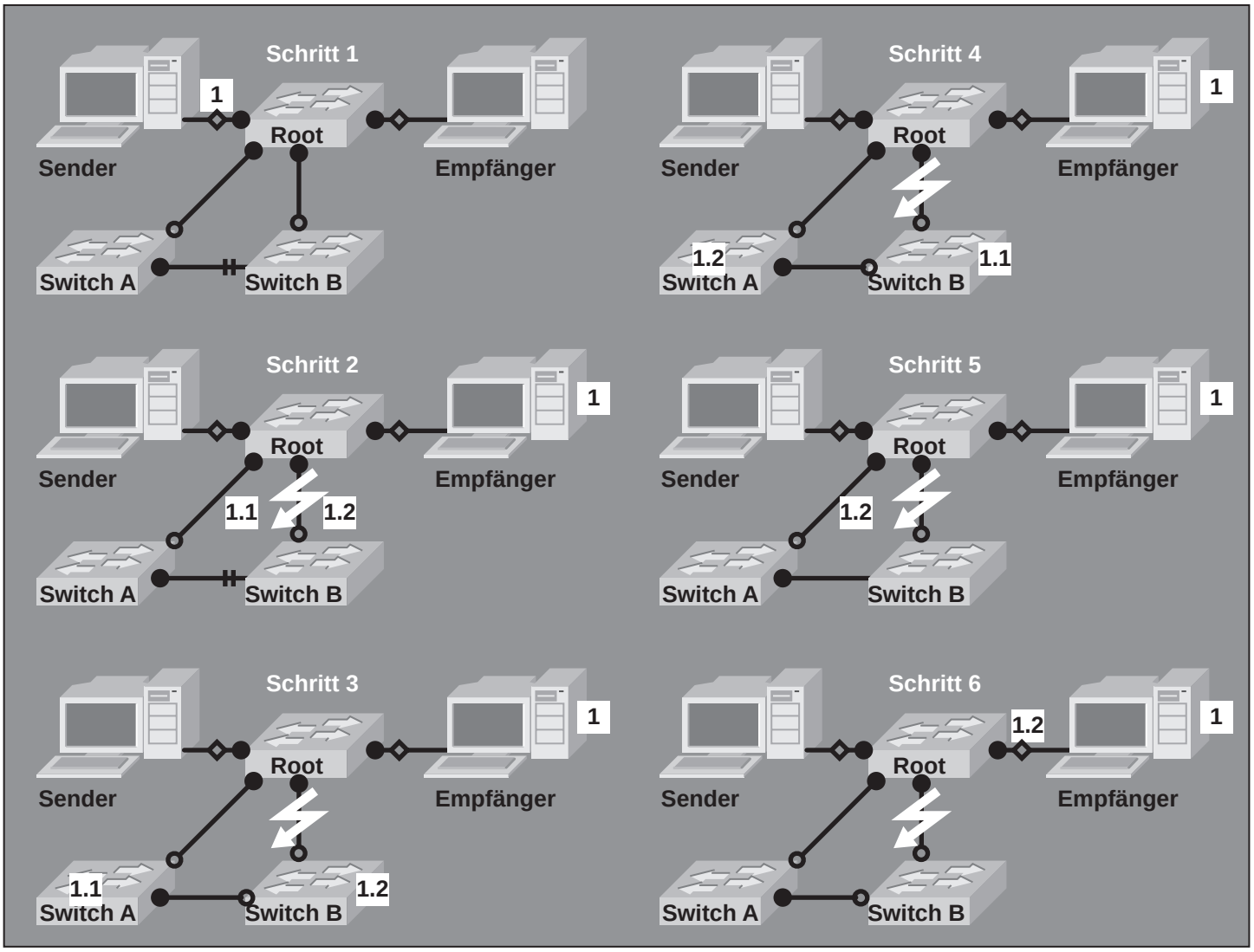
Beachtenswert bei der Frameduplizierung sind folgende Dinge:

1. Eine Verdoppelung von Frames ist natürlich auch in anderen Topologien als der dargestellten möglich.

2. Es ist durchaus möglich, dass sogar Unicasts dupliziert werden.

3. Eine "Vermehrung" von Multicast und Broadcast ist sehr viel wahrscheinlicher als von Unicasts.

Bild 14



Theoretisch kann es Anwednungen geben, die kritisch auf reagieren, jedoch gerade Multicast Anwendungen können sehr gut mit Frameverdopplungen umgehen. Auch bei TCP dürfte es zu keinen Problemen führen, da vom TCP Stack die Verdopplung erkannt und das überflüssige Paket verworfen würde. Es wird nicht damit gerechnet, dass dieses Problem ein "echtes" Problem darstellen wird.

Frame Misordering

Anders sieht das allerdings bei dem zweiten Problem aus: Durch die schnelle Umschaltung kann es auch zu einer Vertauschung der Paketreihenfolge beim Empfang kommen. Betrachten wir auch dazu zunächst ein Beispiel (Bild 15):

Als Beispiel dient die "verkleinerte" Kaskade, die bereits aus dem Beispiel des Topologie Change bekannt ist.

Ein Sender sendet einen ersten Frame an seinen Switch A. Theoretisch befindet sich der Empfänger auf deinem benachbarten Switch B, der Topologie des Spanning Trees wegen, wird der Frame jedoch über die Root umgeleitet, da der Link zwischen A und B nicht benutzt wird (Schritte 1 und 2). Nachdem der Frame bei der Root angekommen ist, fällt der Uplink zwischen der Root und Switch A aus während der Sender einen zweiten Frame sendet, der zur selben Kommunikation gehört, wie der erste (Schritt 3). Durch das Respanning wird nun der Link zwischen den Switches A und B aktiv, was zur Folge hat, dass der kürzere Weg zwischen Sender und Empfänger nun genutzt werden kann (Schritt 4). Dadurch trifft der Frame, der als zweites verschickt wurde, vor dem ein, der als erstes gesendet wurde (Schritte 5 und 6).

Zu beachten ist hierbei, dass es durchaus mehr als nur zwei Frames betreffen kann, man braucht sich zur eine Kaskardierung über mehr Geräte vorzustellen, als im Beispiel; schon vom Standard sind bis zu sieben Brücken kaskardiert vorgesehen. In dem Fall könnten weitaus mehr Frames betroffen sein, als "nur" zwei.

Anders als das Problem der Frameverdopplung gibt es durchaus einige Protokolle, die eine Vertauschung von Frames nicht abfangen können. Beispiele wären LAT, LLC2 oder NetBEUI. Hat man solche Protokolle im Netz, sollte man den RSTP besser im compatible Mode betreiben, dass heißt, wie den klassichen STP nur ohne Listening Phase.

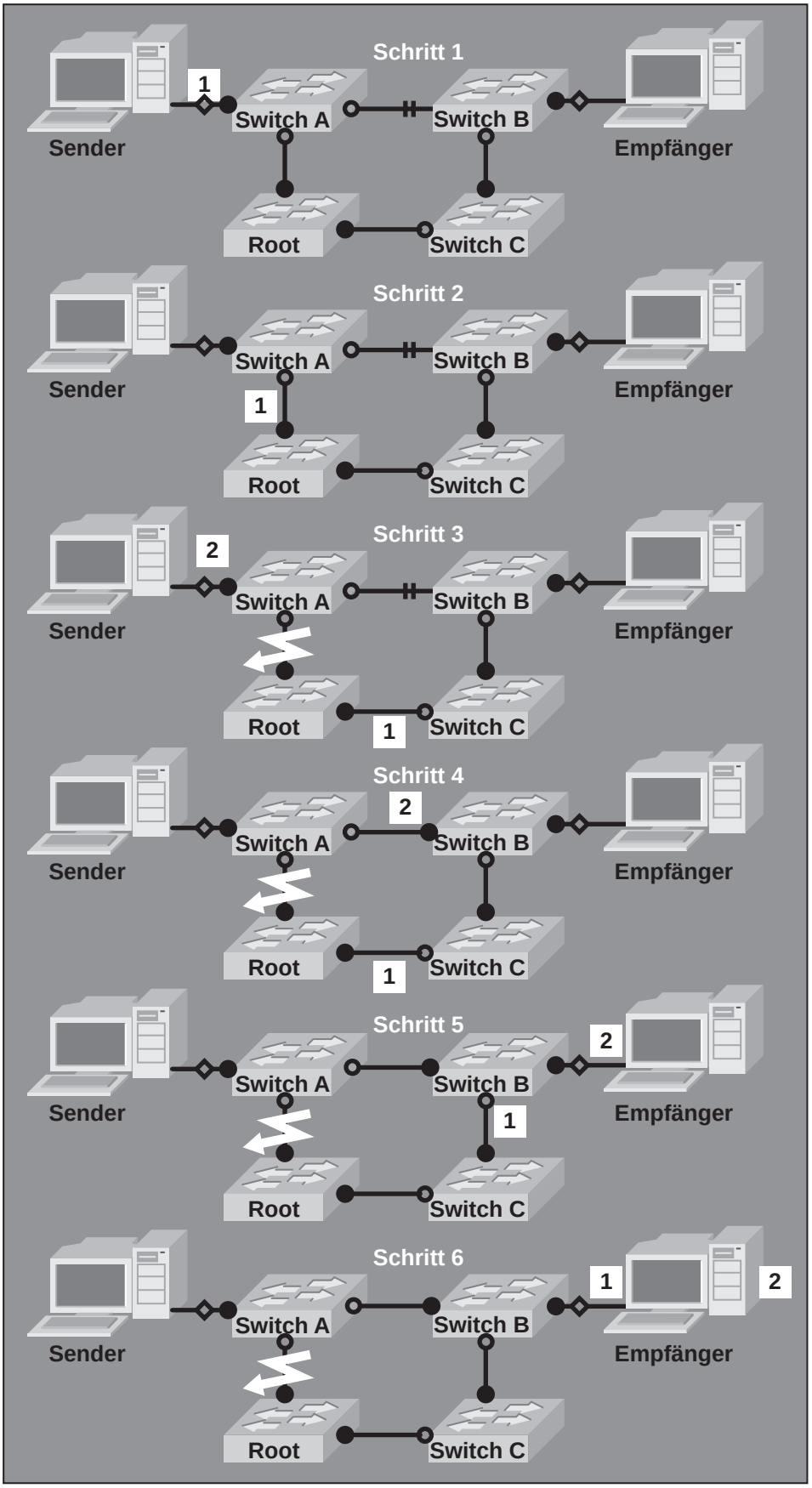


Bild 15

Der schnelle Baum

Zusammenfassung

Trotz der zuletzt beschriebenen Probleme, ist der Rapid Reconfiguration Spanning Tree ein lang erwartetes und zwingend notweniges Updates des schon längst veralteten klassischen Spanning Trees. Zu viele Herstellerlösungen haben zu lange die Nutzer gezwungen entweder beim alten STP und seinen hohen Umschaltzeiten zu bleiben oder eine Ein-Hersteller-Lösung zu fahren. Das gilt insbesondere im Etagenbereich. Wer bislang schnelle Umschaltzeiten haben wollte und bereits einen Core-Switch eines Herstellers im HVT stehen hatte, war dazu verdammt auch die überteuerten kleinen Switches desselben Herstellers im Etagenbereich einzusetzen.

Mit einem Standard für einen schnellen Spanning Tree dürfen wir darauf hoffen, das dies der Geschichte angehört. Dass der Rapid Spanning Tree funktioniert wurde von vielen Herstellern zumindest mit ihren Geräten bereits eindrucksvoll u.a. auf dem Netzwerk- und System-Management Forum der ComConsult Akademie demonstriert. Was noch fehlt sind groß angelegte herstellerübergreifende Kompatibilitätstest, doch diese werden, befürchte ich, beim Kunden durchgeführt werden.

Neben der rein technischen Änderung und der geringen Umschaltzeit hat der Rapid Spanning Tree Konsequenzen für das moderne Design von Netzen. Zumal er in diesem Jahr auch einen Bruder bekommen hat, den Multiple Spanning Tree, IEEE 802.1s, eine Erweiterung des VLAN Standards. Dieser räumt ebenfalls mit den vielen proprietären Lösungen auf und schafft damit eine übergreifende Plattform mit mehreren Spanning Tree Instanzen in einem geswitchten Netz. Beide neuen Protokolle zusammen können eingesetzt werden, um bei einem Redesign eines Netzes erheblich Kosten einzusparen gegenüber einem Layer 3 Konzept.

Eine Behandlung dieser Konsequenzen würde den Rahmen eines Artikels sprengen. Statt dessen sei auf den demnächst erscheinenden Report der ComConsult Technologie Information GmbH verwiesen, der sich ausführlich mit neuen Designansätzen befasst.

Abkürzungstabelle

BPDU	**Bridge Protocol Data Unit**
CSMA/CD	**Carrier Sense Multiple Access with Collision Detecion**
HVT	**Hauptverteiler**
ID	**Identifier**
IEEE	**International Electrical and Electronic Engineers**
ISDN	**Integrated Services Digital Network**
LAN	**Local Area Network**
LAT	**Local Area Transport**
LLC2	**Logical Link Control, Type 2**
MAC	**Media Access Control**
MSTP	**Multiple Spanning Tree Protocol**
NetBEUI	**NetBIOS Extended User Interface**
NetBIOS	**Network Basic Input/Output System**
RST	**Rapid Reconfiguration Spanning Tree**
RSTP	**Rapid Reconfiguration Spanning Tree Protocol**
STP	**Spanning Tree Protocol**
TC	**Topologie Change**
TCN	**Topologie Change Notification**
TCP	**Transmission Control Protocol**
VLAN	**Virtual LAN, Virtual Local Area Network**
WAN	**Wide Area Network**

Literatur

STP und RSTP: Borowka, P., Netzwerktechnologien, 4. Auflage

STP: Borowka P., "Spanning Tree" in Der Netzwerk Insider, Sonderheft 1/2001

STP: IEEE 802.1D

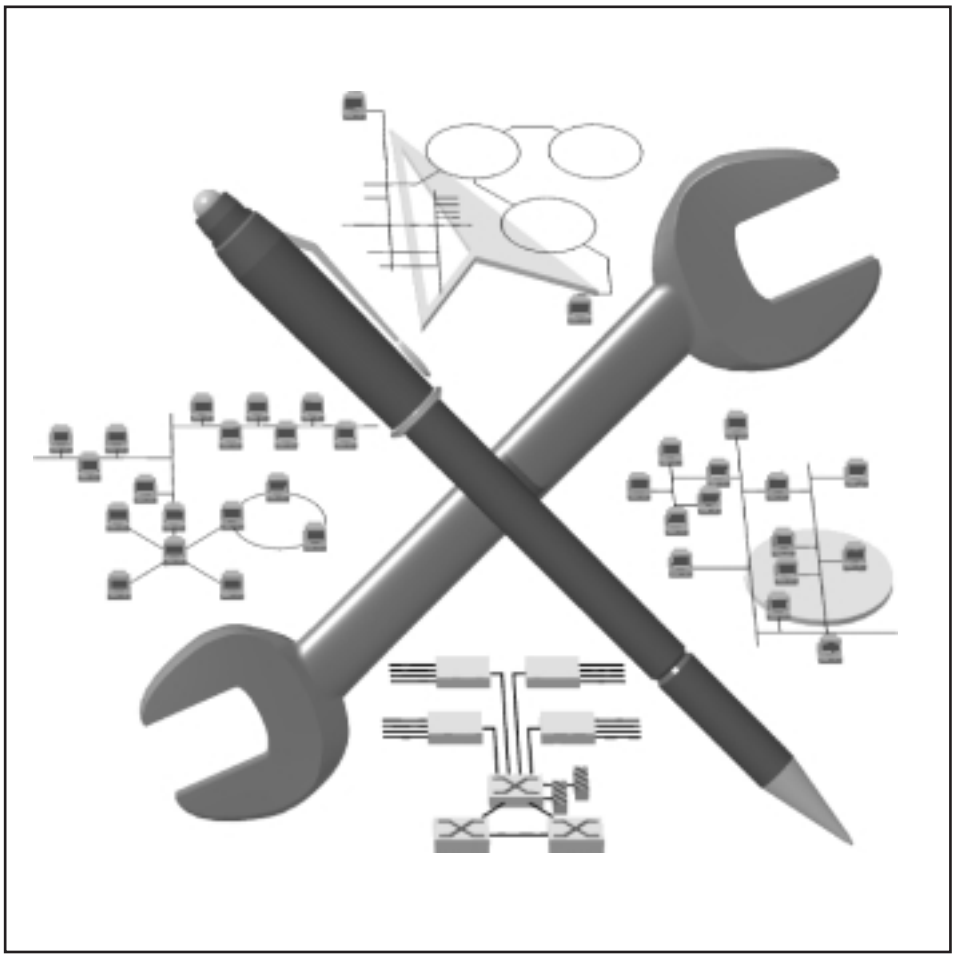
STP: IEEE 802.1t

RSTP: IEEE 802.1w

Neues Seminar

LAN-Praxis Intensiv-Seminar: Aufbau von lokalen Netzen und Umsetzung typischer Netzwerk-Konfigurationen

Vom 20. bis 24. Januar 2003 bietet die ComConsult Akademie in der AGIT Aachen zum ersten Mal ihre Veranstaltung "Aufbau von lokalen Netzen und Umsetzung typischer Netzwerk-Konfigurationen" als 5 tägiges LAN-Praxis Intensiv-Seminar.



Viele unserer Seminar-Teilnehmer haben in ihren Unternehmen zu wenige Möglichkeiten, das erworbene Wissen in einer praktischen Netzwerk-Konfiguration festigen und umsetzen zu können. Der notwendige Geräte- und Betreuungsaufwand insbesondere zum Arbeiten mit Redundanz-Verfahren, Quality of Service etc. ist einfach zu hoch.

Deshalb haben wir auf vielfachen Wunsch von Teilnehmern ein Praxis-Seminar in unser Programm aufgenommen. Im Seminar werden wichtige und typische LAN-Architekturen aktiv aufgebaut und getestet. Dabei stehen die Geräte auch jeweils am Abend der Seminare für individuelle Tests zur Verfügung.

Das Seminar findet in unserem Trainingszentrum in Aachen statt. Die Teilnahmegebühr beträgt 2.290,-- Euro zzgl. MwSt. Dieses Seminar wird von uns als Serviceleistung gesponsert; nur so ist bei dem hohen Geräte-, Vorbereitungs- und Betreuungsaufwand diese attraktive Kursgebühr möglich. Deshalb sind für das 1. Halbjahr 2003 auch nur 2 Termine möglich.

In diesem 5-tägigen Seminar bauen die Teilnehmer aus bereitgestellten Layer-2 und Layer-3-Switch-Systemen, Clienten und Servern ein laufendes Netzwerk zusammen und konfigurieren nach jeweils einer kurzen Wiederholung der Verfahrensinhalte ein einfaches Layer-2-Netz ohne Redundanz, Layer-2 mit Spanning Tree, Layer-3 mit OSPF und Layer-3 mit VRRP.

Gleichzeitig werden wesentliche Abläufe im Netzwerk mit Hilfe eines Protokoll-Analysators erklärt und diskutiert, um Verfahren wie Flusskontrolle oder Reaktion des Netzwerks auf typische Fehler anschaulich erklären zu können.

Die Teilnehmerzahl in diesem Seminar ist begrenzt, um genügend Zeit zu haben, mit jedem einzelnen Teilnehmer die notwendigen Details und eventuelle Wissens-Lücken zu diskutieren.

Die Referenten Roland Moos und Markus Schaub sind erfahrene Netzwerker, die den Teilnehmern zudem viele nützliche Tipps und Tricks für die Praxis verraten können.

Dipl.-Ing. Roland Moos hat in über 10 Jahren Berufspraxis bei Carriern und Herstellern umfassende Kenntnisse in der Sprach- und Datenkommunikation erworben und als Berater große Unternehmen bei der Konzeption und Planung von lokalen und Weitverkehrsnetzen betreut. Heute arbeitet er als Referent bei der ComConsult Akademie.

Markus Schaub ist seit vielen Jahren für die ComConsult Technologie Information GmbH tätig. Seine Aufgabenbreiche umfassen die Evaluierung, Konfiguration und Inbetriebnahme neuster Hard- und Software aus dem Netzwerkumfeld. Insbesondere verfügt er über langjährige Betriebs- und Praxiserfahrung mit CISCO-Routern und CISCO-Switch-Systemen. Er ist Cisco CCNP™ zertifiziert und für den Betrieb des CISCO-Router-Netzes der ComConsult Akademie verantwortlich.

Neues Seminar

Der Inhalt

Layer 2 – Theorie

Einleitende Theorie
- Wie arbeitet nochmal ein Layer 2 Switch?
- Was ist bei der Auswahl von Layer 2 Switches zu beachten? (Besprechung wichtiger Features)
- Überbuchung von Switches und deren Auswirkungen

Redundanzverfahren
- Spanning Tree • Link Aggregation

Layer 2 – Praktische Übungen

Übung I
- Aufbau eines flachen Netzwerkes
  - Aufbau der Komponenten
  - Verkabelung der Komponenten
  - Konfiguration der Komponenten (Port, Trunk, VLAN)
- Auswertung von Statistiken

Übung II
- Aufbau eines flachen aber redundanten Netzwerkes
  - Aufbau und Verkabelung der Komponenten
  - Konfiguration der Komponenten (Spanning Tree, Link Aggr.)
  - Nachstellen und Bewerten von Fehlersituationen
- Auswertung von Statistiken
- Ggf. mit Link Aggregierung

Layer 3 – Theorie

Einleitende Theorie
- Aufbau von IP-Adressen und Subnetzmasken
- Lesen einer Routingtabelle

OSPF
- Abgrenzung Topologie-Tabelle und Routing-Tabelle
  - Funktion
  - Aufbau
  - Zustandekommen
- Pfadkosten
  - Funktion
  - Equal Cost Multipath Routing
- Rerouting

VRRP
- Problembeschreibung
- Arbeitsweise
- Fehlerbehandlung
- Lastverteilung

Layer 3 – Praktische Übung

OSPF
- Erstellen eines Netzwerkdesigns
- Nachbau des erstellten Designs • Konfiguration der Geräte
- Auswerten der Routingtabelle • Testen des Redundanzfalles

VRRP
- Erarbeiten eines Netzaufbaus • Nachbau des Netzes
- Konfiguration der Geräte
- Testen der Lastverteilung und des Routerausfalls

Protokollanalyse – Theorie

Layer 2 - Ethernet
- Frameformate: Ethernet II, IEEE 802.3
- Spanning Tree Massage

Layer 3
- Das TCP/UDP Port-Konzept
- Verbindungsorientiertes TCP: Handshake, Flusskontrolle

Protokollanalyse – Demonstration und Besprechung

- Mitschneiden einer Kommunikation
- Gemeinsame Auswertung und Besprechung der Aufzeichung

Musterprüfung

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

Anmeldung LAN Praxis Intensiv

Ich melde mich an für das
LAN-Praxis Intensiv-Seminar Aufbau von lokalen Netzen und Umsetzung typischer Netzwerk-Konfigurationen
zum Preis von € 2.290,-- zzgl. MwSt.

☐ vom 20.01. - 24.01.03 in Aachen

☐ Bitte buchen Sie für mich ein Hotelzimmer

Buchen Sie über unsere Website:
www.comconsult-akademie.de

Vorname _____ Nachname _____

Firma _____ PLZ, Ort _____

Straße _____ eMail _____

Telefon, Fax _____ Unterschrift _____

ComConsult Veranstaltungskalender

Die ersten Veranstaltungen im neuen Jahr

ITIL-Foundation Seminar 20. - 21.01.03 in Bonn

Das Seminar, bei dem am 2. Tag das Foundation-Exam (Prüfgebühr: € 150,-- zzgl. MwSt.) abgelegt werden kann ist die Voraussetzung für die Weiterbildung zum Certifizierten Service Manager nach ITIL.
Referenten: Thomas Engelmann und Dipl.-Kfm. Dipl.-Wirt. Inform. Bernd Holtz (Maxpert AG) Preis: € 990,-- zzgl. MwSt.

Internetworking, 20. - 24.01.03 in Aachen

Das Seminar vermittelt die technischen und methodischen Kenntnisse zur erfolgreichen Strukturierung von Netzwerken mit Switching und Routing wobei Grundlagen-Kenntnisse Lokaler Netzwerk-Technologien erforderlich sind.
Referentin: Dipl.-Inform. Petra Borowka Preis: € 1.990,-- zzgl. MwSt.

LAN-Praxis-Intensivseminar, 20. - 24.01.03 in Aachen

In dem Seminar bauen die Teilnehmer aus bereitgestellten Layer-2 und Layer-3-Switch-Systemen, Clienten und Servern ein laufendes Netzwerk zusammen und konfigurieren nach jeweils einer kurzen Wiederholung der Verfahrensinhalte ein einfaches Layer-2-Netz ohne Redundanz, Layer-2 mit Spanning Tree, Layer-3 mit OSPF und Layer-3 mit VRRP. Gleichzeitig werden wesentliche Abläufe im Netzwerk mit Hilfe eines Protokoll-Analysators erklärt und diskutiert, um Verfahren wie Flusskontrolle oder Reaktion des Netzwerks auf typische Fehler anschaulich erklären zu können.
Referenten: Dipl.-Ing. Roland Moos und Markus Schaub Preis: € 2.290,-- zzgl. MwSt.

TCP/IP und SNMP, 27. - 31.01.03 in Bonn

Das Intensiv-Seminar vermittelt einen praxis-orientierten Einblick in den Aufbau und den Betrieb von heterogenen Netzen, die den Kommunikationsstandard TCP/IP und den Netzmanagement-Standard SNMP benutzen.
Referent: Mathias Hein Preis: € 1.990,-- zzgl. MwSt.

Neue Ethernet-Technologien, 27. - 31.01.03 in Aachen

Das Intensiv-Seminar beschäftigt sich mit dem Ausbau bzw. Umbau dieser Netze in Richtung Fast Ethernet und Frame Switching für alle Betreiber traditioneller Ethernet-Netzwerke.
8 Referenten der ComConsult Beratung und Planung GmbH Preis: € 1.990,--zzgl. MwSt.

Cisco-Router für Fortgeschrittene, 03. - 07.02.03 in Aachen

Das Seminar vertieft den Aufbau und die Arbeitsweise von Cisco-Routern an Cisco 2600 Routern, an denen die Teilnehmer aktiv arbeiten können. Schwerpunkte des Seminars sind Redundanzkonzepte auf Layer 3. Sowohl Geräteredundanz durch VRRP und HSRP werden in Theorie und Praxis erläutert, als auch Wegeredundanz mittels der höheren Routingprotokolle OSPF und EIGRP.
Referent: Markus Schaub Preis: € 2.590,-- zzgl. MwSt.

ComConsult Akademie – Telefax: 02408/955-399

Anmeldung

Titel des Seminars _____ Name _____ Vorname _____

Termin _____ Firma, Abteilung _____ Position, Funktion _____

☐ Bitte buchen Sie für mich ein Zimmer im Veranstaltungshotel

Straße _____ PLZ, Ort _____

Telefon _____ Fax _____

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

eMail _____ Unterschrift _____

Handelsplattform für gebrauchte Netzwerkkomponenten

Gebrauchte Netzwerkkomponenten

Die Spielregeln

Gebrauchte Netzwerk-Komponenten, die im Rahmen eines Redesigns ausgemustert werden, könnten einige Betriebe sehr gut gebrauchen. Hier wollen wir helfen. Die Spielregeln: Sie melden uns ihr Angebot oder Gesuch per Mail, mit dem Fax-Formular (unten) oder über den Web-Server. Wir veröffent-lichen es unter einer Anzeigen-Nr. im Netzwerk Insider und auf dem Webserver der ComConsult Akademie unter www.comconsult-akademie.de. Wir stellen den Kontakt zwischen Anbieter und Nachfrager her. Wir erhalten vom Verkäufer für diese Leistung 10% Provision auf den erzielten Kaufpreis. Davon stellen wir die Hälfte ausgewählten Schulen als Spende zum Aufbau ihres Internet-Zugangs oder ihres internen Netzwerks zur Verfügung. Der Kaufvertrag entsteht direkt zwischen Käufer und Verkäufer. Wir selber haften in keiner Form für die Qualität oder Nutzbarkeit der Komponenten.

Gebote

Adapter

3Com Super Stack Dual Speed Hub 500 / 3C16611, Anzahl 3, Preis 240,00 Euro, Anzeigen-Nr. B21207

DEC 3 x Multi Switch 900, 3 x à 290,00 Euro, Power Supplies, 8 x à 50,00 Euro, VNswitch900EF, 1 x à 360,00 Euro, VNswitch900XX, 1 x à 300,00 Euro, DECswitch900EF, 4 x à 180,00 Euro, DECswitch900MX, 2 x à 360,00 Euro, Portswitch900CP, 2 x à 60,00 Euro, DECrepeater900TM, 1 x à 160,00 Euro, Anzeigen-Nr. B21208

Hub

10Base-T Hub, Anzahl 1, Preis VB, Anzeigen-Nr. B21016

Net Worth 16 Port 10Base-T RJ45, Anzahl 3, Preis VB, Anzeigen-Nr. B21013

Netgear 10Mbit Hub Model EN516, Anzahl 1, Preis VB Anzeigen-Nr. B21011

DEC Hub 90, 3 x à 50,00 Euro, DECserver90L+, 2 x à 40,00 Euro, DECserver90M, 1 x à 40,00 Euro, DECrepeater90C, 7 x à 40,00 Euro, DECrepeater90FL, 2 x à 40,00 Euro, DECrepeater90T+, 1 x à 40,00 Euro, DECrepeater 90FA, 4 x à 40,00 Euro, DECbrouter90T1, 4 x à 120,00 Euro, DECbrouter90T2, 2 x à 120,00 Euro, Anzeigen-Nr. B21209

Gebote

Switch/Brücke

Cabletron
1 x MMAC-M8FNB à 200,00 Euro, 4 x M8PSM-E à 50,00 Euro, 5 x ESXMIM à 100,00 Euro, 1 x ESXMIM-F2 à 160,00 Euro, 1 x EMM-E6 à 180,00 Euro, Anzeigen-Nr. B21210

Cabletron
2 x ATX LANSwitch à 300,00 Euro, 2 x 3CPSM-R-ATX à 100,00 Euro, 6 x 3F00-01 à 120,00 Euro, 1 x 3H02-04 à 120,00 Euro, 1 x 3E08-04 à 80,00 Euro, 1 x 3E02-08 à 80,00 Euro, 1 x 3E02-04 à 40,00 Euro, Anzeigen-Nr. B21213

Enterasys
2 x SmartSwitch 9000/14-Slot à 700,00 Euro, 1 x SmartSwitch 9000/6-Slot à 400,00 Euro, 2 x 9C214-1 à 100,00 Euro, 2 x 9C206-1 à 50,00 Euro, 2 x 9F426-03 à 360,00 Euro, 1 x 9H421-12 à 720,00 Euro, 11 x 9H422-12 à 360,00 Euro, 2 x 9H423-28 à 390,00 Euro, 2 x 9E428-12 à 240,00 Euro, 8 x 9E423-36 à 360,00 Euro, Anzeigen-Nr. B21211

HP Pro Curve Switch 1600M / HP J4120A, Anzahl 1, Preis 480,00 Euro, Anzeigen-Nr. B21203

HP Pro Curve Switch 4000M / HP J4121A, Anzahl 1, Preis 1.280,00 Euro, Bemerkung: Inklusive: 5 x HP J4111A (8x10/100TP), 1 x HP J4118A (4x10FL), Anzeigen-Nr. B21204

HP Advanced Stack Switch 224T / HP J3177A, Anzahl 8, Preis 270,00 Euro, Anzeigen-Nr. B21202

Cisco Modell: 5002, Anzahl 1, Preis 260,00 Euro, Bemerkung: 1 x Chassis, 1 x Supervisor Engine, 1 x WS-X5213A, Anzeigen-Nr. B21201

3Com Super Stack II 300FX / 3C16982, Anzahl 1, Preis 660,00 Euro, Anzeigen-Nr. B21206

3Com Super Stack II Switch 3000 / 3C16981, Anzahl 1, Preis 360,00 Euro, Anzeigen-Nr. B21205

Cabletron Modell: ESX 1380, Anzahl 1, Preis 300,00 Euro, Bemerkung: Inklusive: 1 x BRIM-E100, 1 x FE100-FX, Anzeigen-Nr. B21214

Gebote

Switch/Brücke

Enterasys
1 x 2E42-27R à 240,00 Euro, 2 x HSIM-F6 à 120,00 Euro, 6 x FE100-TX à 30,00 Euro, 3 x FE100-FX à 60,00 Euro, Anzeigen-Nr. B21215

Fax an ComConsult
02408/955-399

☐ **Ich suche**

☐ **Ich biete**

☐ **Antwort auf Anzeigen-Nr.** ☐ _____

Produkt/Komponente/Release/Software

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Preisvorstellung_____

_____

Ansprechpartner

_____

Firma

_____

Ort

_____

Straße

_____

Telefon

_____

Fax

_____

eMail

Weitere Anzeigen finden Sie auf dem Web-Server der ComConsult Akademie

www.comconsult-akademie.de