

RECHENZENTREN UND INFRASTRUKTUR

KOMPONENTEN, KABEL, NETZWERKE

Hochverfügbarkeit
exakt berechnen

Verkabelung:
Singlemode-Faser
für 100 GbE

Seite 4

Transceiver-Technik:
SFP, XFP und SFP+
kümmern sich um Signale

Seite 8

Anwenderbeispiel:
Container-RZ beim
Roten Kreuz

Seite 10

KVM-Technologie:
Grenzenloser Fernzugriff
auf das Rechenzentrum

Seite 12

TCP/IP und KVM:
Standardprotokoll
steuert Eingaben

Seite 18

Hochverfügbarkeit:
Totale Ausfallsicherheit
ist unbezahlbar

Seite 22

Einsparpotenzial Außenluft: DFC² – Direkte Freie Kühlung von STULZ



■ Mehr Rechenpower auf weniger Fläche: Mit dieser Herausforderung steigt die Nachfrage nach energieeffizienten Klimaideen. Eine dieser Ideen heißt **DFC² – Direkte Freie Kühlung von STULZ**. Mit der umweltfreundlichen Green Cooling Lösung in unseren CyberAir Klimageräten wird gefilterte Außenluft unter 18°C genutzt – und dank des neu entwickelten klappbaren Wärmetauschers ein Energie-Einsparpotenzial von bis zu 80 % geschaffen! Möchten Sie mehr erfahren? Wir beraten Sie gern!

STULZ GmbH

Holsteiner Chaussee 283 · 22457 Hamburg

Tel.: +49(40)55 85-0 · Fax: +49(40)55 85-352 · products@stulz.de

Verkabelung für konvergente Netze



Im Juni 2010 wurde der Ethernet-Standard P802.3ba mit Übertragungsraten von 40 und 100 GBit/s von der Standardisierungsorganisation IEEE offiziell verabschiedet. Gemeinsam daran gearbeitet haben die Ethernet Task Force und der Telecommunication Standardization Sector of the International Telecommunication Union (ITU-T). Das allein deutet schon darauf hin, dass sich die Konvergenz im Netzwerkbereich nicht aufhalten lässt.

Doch leider ist noch nicht alles Gold, was glänzt. Alle Transferarten über dieselbe Infrastruktur versenden – das hat schon seinen Charme für die meisten Unternehmen. Verspricht dieser Ansatz in letzter Konsequenz doch weniger Kosten, und zudem hält mehr Flexibilität Einzug in die Organisationen.

IT-Konzepte, die sich hinter dem Modebegriff Cloud Computing verschanzen, der Ausbau der Speichernetze und der Bedarf an multimedialen Online-Inhalten wird den Bandbreitenbedarf in den nächsten Jahren weiter drastisch nach oben treiben. Deshalb kommt für die IT-Infrastruktur in Unternehmen eine enorme Dynamik ins Spiel.

Hier gilt es, die entsprechenden Infrastrukturen vorzuhalten. Im Bereich der Verkabelung steht eine Ablösung bereits vor der Tür: Wer die schnellen Übertragungsnormen ausnutzen möchte, der muss für sinnvolle Übertragungslängen auf die Glasfaserverkabelung umsteigen. Kupfer als Übertragungsmedium funktioniert nur im einstelligen Meterbereich. Doch bei der Frage der optimalen Glasfaser scheiden sich erneut die Geister.

Am intensivsten wurde auf dem letzten Eintages-Event der iX zum Thema Rechenzentren und Verkabelung in Neuss die Diskussion geführt, welche Glasfasern sich am besten für die Hochgeschwindigkeitsübertragung eignen. Aus Sicht der Verkabelungshersteller empfiehlt sich der Einsatz von moderner Multimode-Verkabelung. Doch von anderer Seite wird argumentiert, dass es um die Zukunftssicherheit dieses Ansatzes schlecht bestellt sei (siehe Beitrag ab Seite 4). Demzufolge gilt der Einsatz von Singlemode-Glasfasern als eine valide und vielleicht sogar bessere Alternative.

In dieser Ausgabe finden sich schlagkräftige Argumente aus dem Blickwinkel der Singlemode-Verfechter. Falls Sie zu dieser Diskussion beitragen möchten, würde ich gerne Ihre Einschätzung hören. Vielleicht stoßen wir ja so einen interessanten Diskurs an – mein Postfach steht für Ihr Feedback bereit: rhu@heise.de. Gerne können Sie auch die zwei noch anstehenden Eintages-Konferenzen in Frankfurt/Main (21. September 2010) und in Hamburg (9. Dezember 2010) zum Informationsaustausch nutzen.

Rainer Huttenloher

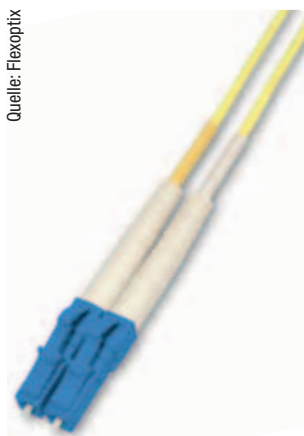
PS: Mehr Informationen zur Veranstaltungsreihe „Rechenzentren und Infrastruktur – Komponenten, Kabel, Netzwerke“ finden sich unter www.rechenzentren-infrastruktur.de

Singlemode-Faser hat gute Aussichten für 40 und 100 GbE

Diskussion um Zukunftssicherheit bei Glasfasern

Die Frage nach der geeigneten Glasfaser-Verkabelung für Ethernet mit 40 und 100 GBit/s ist umstritten. Soll man auf Multimode-Fasern nach OM-3 oder gar OM-4 setzen oder doch lieber in das Lager der Singlemode-Faseranwender wechseln? Diese Diskussion stand im Mittelpunkt der Konferenz „Rechenzentren und Verkabelung“, die von Heise Events in Neuss veranstaltet wurde.

Quelle: Flexoptix



Die Singlemode-Glasfaser bekommt durch Wellenlängen-Multiplex-Verfahren ein zusätzliches Potenzial (Abb. 1).



Bei 10 GbE über OM-2-Fasern schrumpft die maximale Übertragungslänge auf 86 Meter (Abb. 2).



Die verlegten OM-3-Fasern sind zu lang für künftiges serielles 100 GbE (Abb. 3).



Bei OM-4-Fasern liegt die modale Bandbreite bei 3500 MHz (Abb. 4).

Das Thema um die Investitionssicherheit der Glasfaserstrecken in Rechenzentren steht im Mittelpunkt der Diskussion – vor allem unter dem Aspekt, dass künftig 40 und 100 GBit/s über die verlegten Fasern zu transportieren sind. Die Spezifikation des Ethernet-Standards P802.3ba mit 40 GBit/s und 100 GBit/s wurde von der Standardisierungs-Organisation IEEE offiziell im Juni 2010 verabschiedet. Gemeinsam gearbeitet haben an diesem Standard die Ethernet Task Force und der Telecommunication Standardization Sector of the International Telecommunication Union (ITU-T).

Seit geraumer Zeit haben die Faserhersteller Gradientenfaser für Multimode-Übertragung entwickelt, die OM-3 und OM-4. Laut Spezifikation der TIA (Telecommunication Industry Association) haben diese Fasern eine modale Bandbreite von 1500 MHz (für OM-3) beziehungsweise 3500 MHz (OM-4). Konkret bedeutet das für 10-Gbit/s-Ethernet (10 GbE), dass mit einer OM-3-Faser Übertragungsstrecken von einer Länge von bis zu 300 Metern möglich sind, bei OM-4 sind es sogar 550 Meter.

Das sieht auf den ersten Blick imposant aus, doch betrachtet man die zukünftigen Entwicklungen in Richtung 40 GbE oder 100 GbE, dann zeigt sich, dass diese Fasern heute schon wieder an ihre Limits

kommen. Beim Standard IEEE 802.3ba zu 40 und 100 GbE spricht man vom 40G Base-SR4. Dabei werden vier 10-GbE-Strecken parallel übertragen. Allerdings sind dann nur mehr Streckenlängen von 100 Metern bei einer OM-3-Faser im Gespräch.

Die ersten Limitierungen bei der Übertragungslänge zeichnen sich bereits ab

Das ist mit der Problematik vergleichbar, wie sie von der OM-2-Faser her bekannt ist. Bei 1-Gbit/s-Ethernet galten damals noch 550 Meter als die Begrenzung. In der Folgegeneration, bei 10 GbE schrumpfte diese Distanz auf 86 Meter zusammen. Daher sollte man sich für sein Rechenzentrum genau überlegen, ob in dem neuen Gebäude eine OM-3-Faser verbaut wird. Es ist abzusehen, dass in ein paar Jahren wieder diverse Probleme auftreten – so wie heute bei der 10-GbE-Installation auf OM-1- oder OM-2-Fasern.

Jetzt könnte man denken, dass diese Längenreduzierungen die logischen Folgen fortlaufender Entwicklungen sind und man sich damit abzufinden habe. Doch das muss nicht sein, es bietet sich eine elegante Lösung an.

Die Singlemode-Fasern haben in ihrem jahrzehntelangen Bestehen eine wesentlich höhere „technische Haltbarkeit“ bewiesen. Es waren nur zwei entscheidende Sprünge zu vollziehen: Von der G.652 – eine Glasfaser, die für die Wellenlänge von 1310 Nanometer (nm) optimiert ist, und die neuere G.655; sie ist für die Übertragung mit der Wellenlänge von 1550 nm konzipiert. Bei den Übertragungslängen hat sich aber im Gegensatz zur Multimode-Fasern nichts geändert: 10 Kilometer für 1 GbE und 10 Kilometer für 10 GbE sind auch heute Standard. Zudem liegt der Preis allein für das Kabel (also ohne Steckverbinder und Transceiver) bei der reinen Singlemode-Faser mittlerweile unter dem von Multimode-Fasern (sprich OM-3 oder OM-4).

Der Grund dafür ist im Herstellungsprozess zu suchen: Heutige Multimode-Fasern bestehen aus unterschiedlichen und mehreren Glassorten (daher der Begriff Gradientenfaser). Diesen Sandwich-Aufbau erlaubt ein aufwendiger Prozess in der Faserherstellung. Die Spleiße und die notwendige Anschlussstechnik (Patch-Felder, Kupplungen, Stecker) befinden sich bei Singlemode und Multimode in etwa auf demselben Preisniveau.

Transceiver-Kosten für Singlemode-Technik liegen noch hoch

Das Einzige was bei der Singlemode-Technik heute noch teuer ist, sind die Transceiver – hier muss man mit einer 30 bis 50 Prozent höheren Investition rechnen. Doch diese Mehrkosten lassen sich bei entsprechenden Kabellängen im Rechenzentrum mit der günstigeren Singlemode-Faser amortisieren. Nicht zu vergessen ist außerdem der Einsatz von „mehrfarbigem Licht“, sprich der parallelen Übertragung mehrere Datenströme mittels WDM (Wellenlängen-Multiplex-Verfahren). Der heute weitverbreitete Einsatz von CWDM- oder DWDM-Systemen ist nahezu ausschließlich auf Singlemode-Fasern möglich und der damit realisierbare nutzbare Bandbreitenzugewinn kann die 16- bis 80-fache Faserkapazität betragen.

Neben allen direkten Kosten gibt es aber ein weiteres gewichtiges Argument gegen die Multimode-Faser. Es kann durchaus sein, dass man in ein paar Jahren die heute verlegten OM-3-Fasern nicht mehr für serielles 100 GbE (also 100 GbE über eine Faser, keine parallele Übertragung von zehnmal 10 GbE oder viermal 25 GbE) verwenden kann und erneut Kabel zu verlegen hat. Denn die installierten OM-3-Fasern sind einfach zu lang für serielles 100 GbE. Vor einem ähnlichen Problem stehen heute einige Unternehmen, die jetzt 10 GbE auf ihren 100 Meter langen OM-2-Fasern fahren wollen. Aus technischer Sicht gibt es wohl auch eine andere Lösung: Man überträgt einfach zehnmal 1 GbE über die OM-2-Fasern und aggregiert anschließend die Signale. Allerdings werden die Kosten für diese beiden Ansätze sehr hoch sein.

*Thomas Weible
ist der Geschäftsführer von Flexoptix.*

FEEDBACK ERWÜNSCHT

Haben sie auch zur Diskussion Singlemode- versus Multimode-Glasfasern bei schnellem Ethernet eine Meinung oder bereits erste Erfahrungswerte? Wenn ja, würde ich mich über ihr technisches Feedback freuen.

*Rainer Huttenloher
(rhu@heise.de)*



«Zukunftssichere Technologie vom Faseroptik-Experten»



HUBER+SUHNER ist Ihr zuverlässiger Partner für LAN und WAN Netze, DataCenter, Rechenzentren.

- Kabel
- LC-HQ Push-Pull
- Plug+Play Kabelsysteme
- MTP® strukturierte Verkabelung
- Kabelmanagement
- Dienstleistungen

Zukunftweisendes IT Asset Monitoring im DataCenter 2020 – Auf Knopfdruck einen Blick ins Rack

Automatisches IT Asset Management – das Problem der letzten Meile

Moderne Management Systeme in Rechenzentren bieten in puncto Asset Management, Workflow Control, Konfigurationsmanagement von der Applikationsseite her alles, was man sich vorstellen kann. Gerade wegen dieses mächtigen Funktionsumfangs sind solche Systeme auf eine umfassende Menge an zuverlässigen und stets aktuellen physikalischen Daten angewiesen. Rechenzentrums-Management kann daher trotz neuester Software Tools nur so gut, aktuell und zuverlässig sein, wie die Daten, auf die es sich stützt.

Insbesondere im Asset Management ist die Erfassung mittels Barcode sowie das größtenteils manuelle Einpflegen der Positions- und Lokationsdaten gegenwärtig Stand der Technik. Jeder manuelle Schritt birgt allerdings ein wesentliches Fehlerpotenzial in sich, das sich über alle Applikationen und Zeiträume hinweg fortpflanzt, wenn es einmal im System ist.

Im September 2009 eröffneten Intel und T-Systems im Rahmen ihrer strategischen Allianz das DataCenter 2020 (www.datacenter2020.de) im Euroindustriepark in München. Ziel des Projektes ist es, Modelle für ein Rechenzentrum der Zukunft zu entwickeln. Das Hauptaugenmerk liegt auf dem Thema Energieeffizienz, wodurch sich Kosten und Energieressourcen einsparen und der CO2 Ausstoß reduzieren lassen. Das Testlabor ist hierzu mit ca. 180 Servern in Racks sowie neuester Energie-, Klima-, Mess- und Regeltechnik ausgestattet. Über rund 1800 Datenpunkte werden Werte wie Luftfeuchtigkeit, Raumtemperatur, Temperaturdifferenz zwischen Zu- und Abluft, Prozessor-Last oder Lüfter-Drehzahl erfasst. Darüber hinaus werden im DataCenter 2020 zukunftsweisende Technologien erprobt und bewertet, indem nahezu alle den realen Betrieb beeinflussenden Parameter physikalisch exakt nachgebildet und analysiert werden. Mit diesen Erkenntnissen lassen sich künftig ganz neue Wege zum optimalen Betrieb und Ressourceneinsatz in Rechenzentren beschreiten. Optimaler Ressourceneinsatz bedeutet auch eine möglichst effiziente, im Idealfall vollständig automatisierte, Verwaltung der Assets. In diesem Bereich haben sich T-Systems und Intel entschieden, eine innovative Lösung auf Basis der RFID Technologie wie sie etwa aus der Logistik bekannt ist, in der Praxis zu testen.

IT Asset Monitoring im DataCenter 2020

Welche Ziele stehen im Vordergrund

Asset Management ist mehr als Inventarisierung und Verfolgung! Aus diesem Paradigma heraus blickte man auf der Suche nach einem Asset Management bzw. Asset Monitoring-System weit über den Tellerrand bestehender Lösungen hinaus. Ziel war, ein konsistentes, mehrere Bereiche umgreifendes Asset Monitoring zu erproben. Es sollte möglich sein ohne Systembrüche, vollständig automatisiert und ohne Zeitverzögerung Bestandsdaten aus verschiedenen Stationen und Arbeitsabläufen zu ermitteln.

Asset Management beginnt nicht erst im Rack

Auf dem Weg vom Hersteller bis zu seinem vorbestimmten Rack-Einschub legt ein Server einen langen Weg zurück. Nicht selten ist bereits zum Zeitpunkt der Bestellung einer Maschine festgelegt, wo sie später eingebaut werden soll.

Diesem Umstand Rechnung tragend sollte ein Asset Management System implementiert werden, das in der Lage ist, den Weg eines

Servers vom Hersteller bis zum Rack zu erfassen und zu dokumentieren. Sinnvollerweise geschieht das auf Basis ein und derselben Technologie, indem handelsübliche RFID Tags aus der Logistik auch zur Inventarisierung im Rack genutzt werden. So lassen sich Lesereichweiten von 10cm bis 2m lückenlos abdecken und Systembrüche werden von vornherein vermieden.

Asset Monitoring ermöglicht dynamische Erfassung von Bewegungsdaten

Die Möglichkeit der Protokollierung von Bewegungsdaten an ganz unterschiedlichen Punkten der Prozesskette ist eine Konsequenz der großen Reichweite passiver RFID Transponder im UHF Band (868 MHz). Damit lässt sich nicht nur der Weg einer individuellen Komponente zurückverfolgen, es können insbesondere auch die Zeitintervalle der einzelnen Prozesse ausgewertet werden.

In sehr anschaulicher Weise ist dies im DataCenter 2020 realisiert. Jeder Server wird an der Eingangstür automatisch identifiziert. Gleichzeitig wird über spezielle Sensoren erkannt, ob er hinein- oder hinausgetragen wird. So kann er zusammen mit dem Zeitstempel im Raum „ein-“ bzw. „ausgebucht“ werden. Sobald das System in einem Rack eingebaut ist, wird es von diesem automatisch erkannt und „eingebucht“. Auf diese Weise kann man ebenso einfach wie lückenlos nachvollziehen, wie viel Zeit es in Anspruch nimmt, bis eine Komponente nach der Anlieferung in einem Rack integriert ist. Umgekehrt funktioniert der Prozess analog.

Arbeitsabläufe und ihre Dokumentation müssen synchron laufen

Einmal in einem Rack eingebaut, haben Server meist eine recht lange Betriebsdauer, so dass man von einer im Wesentlichen statischen Konfiguration ausgehen kann. Wenn die Inventarisierung – auf welchem Weg auch immer – korrekt durchgeführt wurde, bleibt sie das auch für die nächsten Jahre. In der Regel funktioniert das bei Rechenzentren kleiner bis mittlerer Größe mit weitgehend homogenen Systemlandschaften und klaren Arbeitsprozessen sehr gut.



Blick vom Kontrollcenter in den Serverraum des DataCenter 2020

Mittlere und große Rechenzentren weisen demgegenüber kontinuierliche Bestandsänderungen auf - zwar nicht in jedem einzelnen Rack, aber in der jeweiligen Lokation. Wenn diese Modifikationen nicht umgehend mit einer Aktualisierung der Inventarisierung einher gehen, kann das im Servicefall zu einem sehr hohen Zeit- und Arbeitsaufwand führen. Im Datacenter 2020 war daher eine wichtige Zielsetzung, auf manuelle Dokumentation und Inventarisierung,

z.B. mittels Barcode, ganz zu verzichten. Jede Bestandsänderung soll herstellerunabhängig und ohne zusätzliche Schulung des Personals sowie ohne spürbaren Zeitversatz im Managementsystem erfasst und dokumentiert werden.

RFID Infrastruktur im DataCenter 2020

Die RFID Infrastruktur fügt sich exakt in die strategische Zielsetzung für das DataCenter 2020 ein. Der Umfang der Installation sollte einerseits klein genug sein, um einfach implementiert werden zu können. Andererseits muss die Technologie leistungsstark genug sein, um verlässliche Daten für weitere Planungen zu erhalten.

Asset Management beginnt nicht erst am Rack. Daher wurde an der Eingangstür eine RFID Lesestation installiert wie sie zum Beispiel aus der Logistik bekannt ist, die mit RFID Tags versehene Objekte „im Vorbeigehen“ erfassen kann. Der Leseabstand beträgt dabei 1,5 – 2m. Ein derartiges RFID Gate könnte ebenso gut am Wareneingang des Hardwarerlieferanten, am Wareneingang des RZ und an verschiedenen Türdurchgängen stehen.

In den Racks selbst wird über eine Pulkerfassung mit einer einzigen RFID Antenne auf eine Entfernung bis max. 10cm das Inventar detektiert. Dabei aktualisiert jedes Öffnen bzw. Schließen der Racktür den Bestand. Alternativ kann auch über einen Softwaretrigger inventarisiert werden.

Bewegungsdaten werden automatisch erfasst, indem eine Richtungserkennung durch entsprechende Sensorik an der Eingangstür in Verbindung mit Objekt-ID und Zeitstempel eine „Ein-“ bzw. „Ausbuchung“ für den Raum automatisch anstößt und eine Lokalisierung des Objekts jederzeit ermöglicht. In der zentralen Management Applikation kann man in Echtzeit verfolgen, wann welche Racktür geöffnet und wieder geschlossen wird. Konfigurationsänderungen im Rack lassen sich somit „live“ verfolgen und verifizieren.

Arbeitsabläufe und ihre Dokumentation laufen synchron, indem automatisch erfasste Objekt- und Sensordaten über Standardschnittstellen an eine zentrale Management Software übergeben werden. Die Bestandsdaten sind so stets aktuell, und Arbeiten lassen sich proaktiv planen und überwachen: so ist man beispielsweise in der Lage sofort zu erkennen, wenn ein Mitarbeiter versucht ein System in ein falsches Rack einzubauen. Aktuell werden im DataCenter 2020 ca. 150 Server in 8 Racks permanent überwacht.

Implementierung von Asset Monitoring im DataCenter 2020

RFID IT Asset Monitoring für 19-Zoll Racks – die Kernkomponente des Systems wurde von der Firma Cavea Identification entwickelt und in Kooperation mit Knürr AG in 8 Racks mit jeweils 45 Höheneinheiten installiert. Die Lösung benötigt lediglich eine einzige, kostengünstige RFID Antenne pro Rack, die sich bequem auch in bereits installierte Serverschränke nachrüsten lässt. Bei den ebenfalls von Cavea bereitgestellten RFID Transpondern handelt es sich um passive UHF Standard Tags, die für den Einsatz auf metallischem Untergrund optimiert sind.

Für die Implementierung der Tür-Lesestation sowie die Integration der RFID Racks in eine eigene Management Applikation wurde auf konzerninternes Know-how der T-Systems zurückgegriffen.

IT Asset Monitoring von Cavea Identification

Dynamic IT Asset Monitoring ist aus der langjährigen Erfahrung von Cavea Identification in Bezug auf Entwicklung und Umsetzung von RFID Lösungen entstanden. Daher wurde insbesondere auch auf eine kostengünstige und individuell anpassbare Implementierungsvariante Wert gelegt.



Die Verschmelzung zweier Welten

Auf der linken Seite ist ein typisches RFID Gate für die Fernfeld-Erfassung von Objekten „im Vorbeigehen“ wie es aus der Logistik bekannt ist. Gut zu sehen sind die IR/Radar Bewegungsmelder unterhalb der Decke zur Richtungserkennung und Aktivierung des Readers. Über ein Lichtsignal wird der Betriebszustand vor Ort angezeigt: grün = betriebsbereit, grün+gelb = aktiver Lesevorgang, rot = nicht betriebsbereit, blau = erfolgreicher Lesevorgang.

Auf der rechten Seite ist die neue Cavea-Lösung mit einer Nahfeld-Antenne entlang der Frontseite im Rack. Das Rack ist mit 42 Servern voll bestückt, die alle im Pulk auf wenige Zentimeter Entfernung erfasst werden. Über einen Türkontakt wird ein RFID Lesevorgang bei Arbeiten vor Ort angestoßen.

So lassen sich Standardkomponenten beliebiger Hersteller verwenden. Bei den Transpondern besteht freie Wahl der am Markt verfügbaren Produkte. Falls die IT Komponenten bereits vom Hersteller ab Werk mit RFID Tags versehen sind, können diese genutzt werden.

Der Einbau in jedes Standard 19-Zoll-Rack – sogar im laufenden Betrieb – stellt keine Hürde für einen flächendeckenden Einsatz dar, da sich die Nahfeldantenne im Rack mechanisch justieren lässt und für das RFID Lesegerät nur ein Strom- und Netzwerkanschluss erforderlich ist.

Darüber hinaus bestehen flexible und skalierbare Erweiterungsmöglichkeiten, ohne dafür Hardware austauschen zu müssen, da die Funktionalität in der Firmware bzw. Anwendungssoftware abgebildet wird. Durch die konsequente Verwendung von EPCglobal Standardschnittstellen lassen sich Management- und Verwaltungssysteme direkt anbinden. Dadurch ergibt sich im Rechenzentrum ein Mehrwert, der weit über die reine Inventarisierung und Objektverfolgung hinausgeht.



SFP, XFP und SFP+ kümmern sich um die Signale

Transceiver sind für die Übertragung auf Glasfasern notwendig

Während die Multimode-Fasern traditionell vor allem für kürzere Strecken innerhalb von Gebäuden genutzt werden, lassen sich mit der Singlemode-Verkabelung große Strecken überbrücken. Entsprechende Transceiver erlauben sogar das Überbrücken von Entfernungen mit mehr als 100 Kilometern. Die primäre Aufgabe des Transceiver lautet, aus den elektrischen optische Signale zu erzeugen. Dazu stehen heutzutage Transceiver in Form von GBICs oder auch SFP (Small Form Factor Pluggable genannt) beziehungsweise als die neueren Varianten XFP und SFP+ zur Verfügung.

Beim Verkabeln mit Glasfaserleitungen wurde oftmals nicht genügend Rücksicht auf die Erweiterbarkeit gelegt – sprich man hat nicht allzu viele Reservefasern verlegt. Daher bleibt nur eine Option offen, um sich das teure Neuverlegen von Glasfaserstrecken zu sparen: Die vorhandenen Fasern müssen besser – effektiver – ausgenutzt werden. Die klassische Übertragungstechnik verwendet für eine Strecke zwei Fasern, sowohl bei Multimode- als auch bei Singlemode-Fasern. Eine Faser wird für das Senden von A nach B (als TX bezeichnet), die andere Faser für das Empfangen (RX für A, Senden-TX von B nach A) verwendet. Je nach Übertragung wird eine bestimmte Wellenlänge genutzt, allerdings für beide Strecken dieselbe. 100BaseFX, der Standard zur Übertragung von Fast Ethernet auf Multimode-Glasfaser, verwendet zum Beispiel eine Wellenlänge von 1300 Nanometer (nm).

Dagegen verwendet 1000BaseSX, der Standard für Gigabit Ethernet auf Multimode-Glasfaser, die Wellenlänge 850 nm. Jede Wellenlänge hat ihre physikalischen Vor- und Nachteile, ist also besser für die eine oder andere Technik geeignet. Manche Wellenlängen lassen sich nicht verwenden, da eine Glasfaserleitung kein durchgängig verwendbares Spektrum zur Datenübertragung aufweist. Vor allem im Bereich um die 1400 nm bestehen hohe Dämpfungswerte, da sich bei der Produktion der Glasfaser Wasser in der Faser abgelagert.

Die WDM-Technik (Wavelength Division Multiplexing) bringt eine effizientere Ausnutzung von vorhandenen Glasfasern mit sich. Anstatt zwei Fasern auf gleicher Wellenlänge für die Strecke zu nutzen (eine Faser von A nach B und die zweite Faser B nach A), verwendet diese

Technik nur eine Faser mit zwei unterschiedlichen Wellenlängen (siehe Abbildung 1). Diese Wellenlängen werden so gewählt, dass sich die Lichtimpulse in der Faser nicht gegenseitig beeinflussen und sie damit in den Transceivern wieder sauber getrennt werden können.

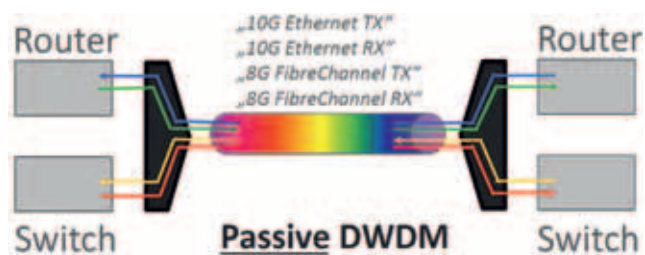
Das muss man sich so vorstellen, dass jedes Signal mit einer leicht unterschiedlichen Wellenlänge (oder „Farbe“) in die Glasfaser eingespeist wird. Auf der Empfangsseite erfolgt die Auftrennung der einzelnen Signale durch den Einsatz von optischen Filtern. Das Signal ist somit unabhängig von anderen Kanälen in derselben Glasfaser und kann beliebige „Dienste“ (wie etwa Fibre Channel und Gigabit-Ethernet) aufnehmen. Jeder Dienst wird als eigene Lichtfarbe übertragen. Durch Optische Add-/Drop-Multiplexer (OADM) lassen sich einzelne Kanäle auskoppeln und somit redundante Ringstrukturen aufbauen.

Als Standard hat sich die Verwendung der Wellenlängen 1310 nm in die eine Richtung und 1550 nm in die andere Richtung auf einer Faser durchgesetzt. WDM-Transceiver senden daher entweder auf der einen oder anderen Wellenlänge. Für eine funktionierende WDM-Strecke ist daher je einmal „1310TX/1550RX“ und einmal „1550TX/1310RX“ nötig.

Doch Spezialfälle der WDM-Techniken gehen noch weiter. Die ITU (International Telecommunication Union) hat ein sogenanntes Raster von Wellenlängen im Abstand von 20 nm herausgegeben. Diese Technik wird mit dem Fachbegriff CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing) bezeichnet. Mit ihr können acht verschiedene Wellenlängen auf einer Faser verwendet werden. Damit ist es möglich, vier vollwertige Senden- und Empfangen-Datenpfade auf einer Faser zu betreiben. Die Datenpfade sind dabei voneinander getrennt, damit kein Datenverkehr von einem Pfad zu einem anderen wechseln kann.

Als zusätzliche Erweiterung gibt es noch das DWDM-Verfahren (Dense Wavelength Division Multiplex). Hier ist der Abstand der einzelnen Signale sehr viel enger und ermöglicht es theoretisch, einige Hundert Signale in sogenannten Kanälen parallel zu übertragen. Um die DWDM umzusetzen, werden in die Transceiver spezielle hochwertige Laser eingebaut, die höhere Bandbreiten und größere Reichweiten ermöglichen. Diese aufwendige und teure Technik kommt vor allem bei interkontinentalen Verbindungen zum Einsatz.

Das DWDM arbeitet als ein optisches Wellenlängenmultiplexverfahren bei 1550 nm. Die Abstände der Kanäle liegen zwischen 0,8 nm und 1,6 nm. Die ITU-T definiert in der Empfehlung G.692, dem soge-



Quelle: Flexoptix

Die WDM-Technik (Wavelength Division Multiplexing) – hier als DWDM aufgeführt – bringt eine effizientere Ausnutzung von vorhandenen Glasfasern mit sich (Abb. 1).

nannten ITU-Grid, die Wellenlängen und Kanalabstände. Gängige Systeme bieten die Übertragung von bis zu 80 Kanälen über ein Lichtwellenleiter-Paar mit Reichweiten mehrerer 100 km. Der modulare Aufbau, der weite Übertragungsbereich (100 MBit/s-10 GBit/s) der Transponder und die Ausführung vieler LWL-Schnittstellen etwa als SFP Module führen zu einem sehr flexiblen Gesamtsystem.

Prinzip der GBIC-Transceiver

Die Aufgabe der GBIC-Transceiver (Giga Bit Interface Converter) lautet: Die zu übertragenden elektrischen Signale – wie etwa die Ethernet-Frames – sind in die optischen Signale umzusetzen und das für die jeweiligen Bedürfnisse der Übertragungsstrecke. Dadurch braucht man die Schnittstellenkarte in einem Host (Server) beziehungsweise einem Switch nicht austauschen, wenn der Datentransfer über andere Medien (Glasfaser oder Twisted Pair) erfolgen soll. Es ist lediglich ein anderer GBIC einzusetzen. Dazu bestehen die GBICs aus einer Sende- und einer Empfangseinheit sowie einem Mikrocontroller. Er übernimmt dabei besondere Aufgaben in der Kommunikation, darunter auch die Identifikation. So meldet er sich zum Beispiel beim gegenüber nach dem Motto: „Ich bin ein 1-GbE-Multimode Transceiver“ oder „Ich bin ein 10-GbE-Multimode Transceiver“. Damit erkennt das Host-System, wie die Schnittstelle konfiguriert ist.

Manche Hersteller führen an, diese Module seien gut spezifiziert, doch sie wollen nicht zu viele Informationen in ihnen hinterlegen. Zudem wurden hier herstellerspezifische Dinge eingeführt – daraus ergeben sich gewisse Eigenheiten – spricht man kann aufgrund dieses „Vendor Lockings“ nur die Komponenten des einen Herstellers verwenden. Daher lassen sich manche Transceiver (Small-Formfactor Pluggable, SFP oder XFP – wie SFP aufgebaut, aber größer und für 10GbE geeignet) in gewissen Systemen nicht erkennen. Weitere Vorkehrungen der Anbieter sind Checksum-basierte Algorithmen, die ebenfalls zum Ziel haben, dass nur eigene GBICs zum Einsatz kommen. Doch das lässt sich mit zusätzlicher Programmierung der Mikrocontroller auf den Transceivern umgehen. Herstellerunabhängige Spezialisten haben die Fähigkeit, die Transceiver so zu programmieren, dass sie auch in den Systemen aller Hersteller funktionieren.

Historisch gesehen ergeben sich für die SFPs und XFPs folgende Charakteristika: Der SFP wurde für Datenraten von 0,1 bis 4 GbE konzipiert. Beim XFP dagegen handelt es sich um eine reinrassige Entwicklung für die Transferrate von 10 GbE (das entspricht der Übertragungsnorm STM-64 im Telekommunikationsbereich und dem 10 GbE in der Datenübertragung). Um diese Geschwindigkeiten zu erreichen, mussten dem XFP zusätzliche Funktionen – genauer die Clock Data Recovery (CDR) und die EDC (Electronic Dispersion Compensator) zur Signalaufbereitung implementiert werden. Daraus resultiert die größere Bauform des XFP. Weiterhin ist der XFP in der Lage, bis zu 3,5 Watt an Leistung aufzunehmen.

Im Zuge der Anforderung an die Portdichte und mit dem Aufkommen von schnelleren ASICs (Anwenderspezifischen Bausteinen) in den Host-Systemen wurde überlegt, wie man den SFP auf Geschwindigkeiten von 10 GbE weiter entwickeln kann. Dabei entstand dann der „SFP+“, ein für 8 oder 10 GBit/s tauglicher SFP (der einerseits Fibre Channel – FC – und andererseits Ethernet unterstützt). Dabei wurden allerdings die entsprechenden Signalaufbereitungsfunktionen (also das CDR und das EDC) auf den ASIC im Host ausgelagert. Aus diesem Grund war die kleinere Bauform des SFP (im Vergleich zum XFP) möglich. In Bezug auf die Leistung darf der SFP+ allerdings nur 1,5 Watt verbrauchen.

Doch die Transceiver können noch mehr als Daten schnell übertragen. So ist es zum Beispiel möglich, die Faser mit zu überwachen.

Quelle: Flexoptix



Beispiel für einen SFP+, der mit Singlemode-Glasfaser arbeitet (Abb. 2)

Quelle: Flexoptix



Beispiel für einen XFP-Transceiver, der für Multimode-Glasfaser ausgelegt ist (Abb. 3)

Das haben vor allem Telekommunikationsunternehmen eingesetzt, denn sie wollen wissen, ob von der anderen Seite Licht (also Signale) ankommt. Das ist für die Fehlersuche bei langen Strecken sehr wichtig. Hat ein Unternehmen zum Beispiel eine Dark-Fiber-Strecke angemietet, und die Verbindung fällt aus, dann stellt sich die Frage, ob das Problem beim Sender oder beim Empfänger liegt. Das kann mithilfe des Digital Diagnostic Monitoring ermittelt werden. Es zeigt, was auf Leitung aktiv ist und misst dazu die Leistungen.

Angenommen ein Unternehmen hat zwischen seinen zwei Gebäuden vier Fasern im Einsatz. Darüber läuft einmal die Ethernet-Vernetzung (10 GbE) und einmal das Fibre Channel-Netzwerk. Sollen diese Fasern effektiver genutzt werden, kommt das Multiplexing ins Spiel. Dabei werden verschiedene Wellenlängen in die Faser eingespeist. Dabei gilt es, diese Wellenlängen präzise zu definieren. Deswegen sind die Informationen mit einem Laser einzubringen: Alles läuft dann über eine Faser, wobei es zu keine gegenseitige Beeinflussung der Informationen kommt. Beim Empfänger müssen dann die Wellenlängen wieder auseinandergezogen werden. Diese Aufgabe übernehmen Demultiplexer, die via Filter und Spiegel/Prismen das optische Signal entsprechend auseinandernehmen. Nur so lassen sie sich zum Beispiel voneinander trennen. In der Endausbaustufe kann man mithilfe von DWDM bis zu 80 Kanäle übertragen, rechnerisch also bis zu 80-mal 10 GbE.

Es existiert derzeit kein „serielles 100 GbE“ (also über eine Wellenlänge die 100 GbE übertragen). Doch mit dem Ansatz zehnmal 10 GbE bekommt man auch die gewünschten 100 GbE. Die Kosten liefern ein weiteres Argument für diesen Ansatz: Experten geben zu bedenken, dass „echtes 100 GbE“ maximal fünfmal teurer sein darf als der Ansatz zehnmal 10 GbE.

Aber es kommt ein weiterer Aspekt ins Spiel: die Redundanz. Wenn bei einer Übertragungsstrecke mit einmal 100 GbE diese Strecke ausfällt, kommt es zu einem enormen Problem. Um Katastrophen vorzubeugen müsste man zweimal 100 GbE einsetzen. Dann würde beim Ausfall einer Strecke die Bandbreite zudem halbiert. Diese Problematik kommt in dem Ausmaß bei dem Konzept mit zehnmal 10 GbE nicht zum Tragen. Hier reduziert sich die Bandbreite beim Ausfall einer Strecke auf nur 90 Prozent. Daher ist diese Technik die Realität bei heutigen Internet-Knoten: Große ISPs haben einen Ring im Einsatz mit zum Beispiel 20-mal 10 GbE und verbinden auf diese Weise ihre Rechenzentren.

Für die Zwischenform mit 40 GbE gelten die entsprechenden Überlegungen. Zudem stellt sich noch die Frage nach der Akzeptanz von 40 GbE, viele warten dann wohl eher auf nicht allzu teure serielle 100 GbE.

Rainer Huttenloher

Quellenangabe

- Dieser Beitrag entstand auf Basis des Vortrags „Inside SFP“ von Thomas Weible, Flexoptix, auf der Rechenzentrums- und Verkabelungs-Konferenz von Heise Events am 18. Mai 2010 in Neuss.

IT-Infrastruktur rettet Leben

Container-Rechenzentren beim Deutschen Roten Kreuz

Um die vielen notwendigen Blutspende-Termine, die festen und ehrenamtlichen Mitarbeiter sowie die transfusionsmedizinischen Forschungen des Deutschen Roten Kreuzes (DRK) zu koordinieren, sind vielfältige IT-Prozesse unumgänglich. Dabei steigt deren Aufwand permanent: Das Datenaufkommen hat sich in den vergangenen vier Jahren verzehnfacht, den bestehenden Rechenzentren gingen die Leistungsreserven aus. Dies war Grund genug, an zwei Standorten des DRK kurzfristig durch Container-Rechenzentren zusätzliche Kapazitäten zu schaffen.

Zwei Projekte mit Container-Rechenzentren an Standorten, wie sie unterschiedlicher wohl kaum sein könnten: Während der eine Container in einem Baden-Badener Villenviertel auf dem Parkplatz des Hauptquartiers beim Blutspende-Dienst Baden-Württemberg-Hessen steht, verrichtet der andere auf dem Gelände der Ulmer Uniklinik seinen Dienst. Dieses Krankenhaus wird im Rahmen eines auf drei Jahre angelegten Umbaus komplett modernisiert – mit dem Resultat, dass das Areal einstweilig zu einer Großbaustelle mutierte.

Jürgen Rocke, Leiter IT-Infrastruktur Netze und Server beim DRK, erinnert sich: „Als Anfang 2009 draußen die Arbeiten mit schwerem Gerät einsetzen, hat im bestehenden Ulmer Rechenzentrum die Erde regelrecht gebebt. Wir brauchten also schnell eine Lösung, um unsere Server vor den Vibrationen zu schützen. Außerdem wurden die Reserven sowohl bei Rechen- als auch Kühlleistung sehr knapp.“ Rocke sah sich daher 2009 auf der IT-Fachmesse CeBIT um. Fündig wurde er auf dem Stand von Rittal.

„Das Unternehmen stellte eines der ersten Container-Rechenzentren aus eigener Produktion aus. Nach eingehender Prüfung wurde deutlich, dass wir den Container nur leicht modifizieren mussten.“ Gesagt, getan – Rocke kaufte das System auf der Messe, das direkt per Tieflader nach Ulm gebracht wurde. Dort steht es seitdem auf gefederten Stahlplatten mit Gummipuffer, die die baubedingten Vibrationen abdämpfen. Zeit war der kritische Faktor, denn das empfindliche IT-Equipment, diverse Hosts und etliche x86-Rechner drohten Scha-

den zu nehmen. Da in Ulm vorwiegend die Blutspende-Aktivitäten koordiniert werden, aber auch alle notwendigen Verarbeitungsschritte und Laborprozesse rund um den kostbaren Rohstoff „Blut“ durchlaufen werden müssen, galt es, schnell zu handeln.

„Nach nur zwei Wochen hatten unsere Server ihr vorübergehendes Zuhause im Container bezogen und laufen dort seitdem tadellos“, berichtet Rocke. „Wenn die Bauarbeiten abgeschlossen sind, und der Rechenraum im Neubau zum Einsatz kommt, werden wir den Container als Leistungsreserve und Backup-Lösung weiter betreiben.“

Container-RZ im Villenviertel

Ein zweiter Container war auch die Antwort auf eine völlig andere Aufgabenstellung des DRK: Am Hauptstandort Baden-Baden ist der Neubau eines Rechenzentrums inzwischen unumgänglich. Zu hoch sind mittlerweile die Anforderungen an die Rechenleistung, die von immer mehr Anwendungen und Nutzern gestellt werden: Neben SAP-Systemen und zum Beispiel Hochverfügbarkeitslösungen auf Basis von Oracle-Datenbanken werden unter anderen auch die Forschungs Kooperationen mit diversen Universitätskliniken dort IT-seitig abgebildet.

Im angestammten Rechenzentrum fehlen sowohl der Platz als auch die notwendige Klimatisierungsleistung für eine Erweiterung. Ein Outsourcing ist aufgrund der sensiblen Daten von Patienten und Blutspendern rechtlich sehr schwierig, da das DRK bis zu 30 Jahre lang



Quelle: Rittal/DRK

Links ein Gebäude, rechts ein Mammutbaum – die Aufstellung des Rittal Data Center Containers beim Blutspende-Dienst des Deutschen Roten Kreuzes erforderte MaBarbeit (Abb. 1).



Quelle: Rittal/DRK

Jürgen Rocke, IT-Leiter beim Blutspende-Dienst des Deutschen Roten Kreuzes „Mit Rittal als Generalunternehmer haben wir einen Partner gefunden, der uns hervorragend berät.“ (Abb. 2)

für diese Daten und ihre Verwendung juristisch verantwortlich ist. Der Neubau wird allerdings nicht billig: „Das DRK hat extreme Anforderungen an die Verfügbarkeit“, erklärt Rocke. „Wenn unsere IT ausfällt, werden beispielsweise Blutkonserven nicht rechtzeitig ausgeliefert. Ganz davon abgesehen, dass wir einen staatlichen Versorgungsauftrag haben, könnten deswegen etwa geplante OPs nicht stattfinden. Kurz gesagt: Im Ernstfall hängen von unserer IT Menschenleben ab. Deswegen ist für uns eine 100-prozentige Verfügbarkeit kein Luxus, sondern Pflicht.“

Höchstverfügbarkeit hat allerdings ihren Preis. Das weiß auch der DRK-Aufsichtsrat und forderte daher eine Baukostenermittlung nach DIN 276 – ein sehr gründlicher und langwieriger Prozess, der leicht länger als ein Jahr dauern kann. Rocke: „So viel Zeit hatten wir nicht, dafür stieg der Bedarf zu schnell. Aufgrund der guten Erfahrung mit dem Container-Konzept in Ulm haben wir daher einen zweiten bestellt.“ Nach acht Wochen ging das neue Rechenzentrum live – fünf Rittal-Server-Racks inklusive Brandfrüherkennung und dem kabellosen Monitoring-System CMC-TC, das per Sensor die Temperatur an den Servern erfasst und an eine Managementsoftware sendet. Dies ermöglicht die intelligente Regelung des Container-Rechenzentrums – technisch clever, aber politisch problematisch.

Die Lage des DRK-Hauptquartiers in Baden-Baden mitten in einem Villenviertel wurde zum Problem. Täglich fahren hier die Teams mit Lkws zu den Blutspende-Terminen, es werden Konserven abtransportiert – oft bis spät in die Nacht und am Wochenende. „Wir haben hier in der Nachbarschaft keinen leichten Stand“, ist sich Rocke bewusst. „Als der RZ-Container auf unserem Parkplatz aufgestellt wurde, sind die Anlieger wegen des Geräuschpegels der Kühlung Sturm gelaufen.“ Die Klimaanlage des Containers liefert 3-mal 7 Kilowatt (kW) und nutzt als direkte freie Kühlung die gefilterte Außenluft zur Erzeugung von Kaltwasser. Beträgt die Außentemperatur weniger als 21 Grad Celsius, entfällt die künstliche Kältegenerierung über einen Chiller.

Dadurch arbeitet der Container mit den fünf enthaltenen Racks sehr energieeffizient: Im Durchschnitt liegt der PUE (Power Usage Effectiveness) bei 1,2 – ein sehr guter Wert. 90 Prozent des Jahres arbeitet die Klimaanlage im Freikühlungsmodus, das macht sich auch finanziell bemerkbar: Bei einem angenommenen Strompreis von 14 Cent pro kW lassen sich mit der Technologie bis zu 5000 Euro pro Jahr der Betriebskosten gegenüber einer konventionellen Klimälösung einsparen. Die Anwohner in Baden-Baden waren davon freilich unbeeindruckt. Deswegen ließ Jürgen Rocke um die Außenaufbauten der Klimaanlage des Containers eine zusätzliche Schalldämmung konstruieren.



Quelle: Rittal/DRK

Um den Geräuschpegel zu senken und die nachbarschaftlichen Beziehungen nicht zu gefährden, ließ das DRK in Baden-Baden eine Schalldämmung für die Klimaanlage einbauen (Abb. 3).

BLUTSPENDE-DIENST DES DRK

Der Blutspende-Dienst Baden-Württemberg-Hessen des Deutschen Roten Kreuzes (DRK) deckt zusätzlich die Bundesländer Schleswig-Holstein, Hamburg, Berlin, Brandenburg und Sachsen ab. Zwischen Lübeck und Ulm werden 92 Prozent aller Kliniken mit dem wertvollen Stoff versorgt, ohne den beim Menschen gar nichts geht. Pro Woche werden dabei rund 15 000 Blutspenden benötigt.

ieren. Diese senkte den Geräuschpegel auf gerade mal 35 dB – vergleichbar mit einem normalen Kühlschrank. „Diese relativ einfache Lösung brachte uns den guten Willen unserer Nachbarn. Das wird uns bei den anstehenden Baumaßnahmen für das neue Rechenzentrum helfen. Sobald der Neubau dann bezogen ist, werden wir auch diesen Container als zusätzliche Leistungsreserve weiter betreiben.“

Weitere Planung

Selbstverständlich wird auch beim DRK auf die Kosten geschaut – die strenge Innenrevision verlangt drei vergleichbare Angebote, zieht aber vorausschauend auch Aspekte wie technische Leistungsfähigkeit und Lebensdauer in Betracht. „Es geht uns nicht vorrangig um einen schnellen Return on Investment oder einen möglichst niedrigen Anschaffungspreis“, erklärt Rocke. „Für uns hat maximale Verfügbarkeit eindeutig Priorität, Ausfallzeiten können wir uns nicht leisten. Wie gesagt, davon hängen bei uns im Zweifelsfall Leben ab.“

Der IT-Leiter resümiert rückblickend das Projekt: „Mit Rittal als Generalunternehmer haben wir einen Partner gefunden, der uns hervorragend berät, unsere Bedürfnisse versteht und vor allem schnell liefern konnte. Mit rund 100 000 Euro Kosten pro Container hat auch der Preis gestimmt. Die Implementierung verlief ebenfalls reibungslos – insgesamt wurden rund 150 Server und 70 Netzwerkkomponenten umgezogen, ohne dass unsere Anwender etwas bemerkt haben.“ Aufgrund der guten Projekterfahrung plant Jürgen Rocke auch zukünftig mit dem hessischen Unternehmen: „Wenn es an die Planung für unser neues Rechenzentrum geht, wird Rittal bestimmt wieder mit im Boot sein. Derzeit denken wir über eine große Raum-in-Raum-Zelle nach.“

*Mario Bäcker
ist Produktmanager der
Security Solutions, Rittal GmbH & Co. KG.*



Quelle: Rittal/DRK

Nach nur acht Wochen ging das neue Rechenzentrum im Container live – inklusive fünf Server-Racks mit Brandfrüherkennung und dem kabellosen Monitoring-System CMC-TC (Abb. 4).

Fernzugriff auf das Rechenzentrum kennt keine Grenzen

Keyboard-, Video- und Maus-Signale über das Internet Protocol

Die Intelligenz der Systeme im Umfeld von KVM (Keyboard, Video und Maus) over IP (Internet Protocol) ist heutzutage in der Software angesiedelt. Damit lässt sich das Management von hunderten Servern jeden Typs, seriellen Geräten und auch deren Stromversorgung auf nur wenige Arbeitsplätze konsolidiert durchführen. Die zum System gehörenden Umschalter fungieren dabei als physische Schnittstellen für die aktiven Netzkomponenten und agieren als die Wandler-Stationen, über die analoge KVM- und serielle Signale in ihre digitalen Pendanten konvertiert, komprimiert und mit bis zu 256 Bit verschlüsselt via IP zum Nutzer befördert werden.

Spätestens mit der Vorstellung der ersten IP-basierten KVM-Lösung, der Avocent DS1800, im Jahr 2000 haben sich die damals als „Rechner-Umschaltboxen“ bezeichneten Systeme bis hin zu mächtigen Managementlösungen weiterentwickelt, die KVM-IP-Systeme. Gegenüber analogen Systemen erlauben sie einen ortsunabhängigen Zugriff über beliebige IP-Strecken auf die gesamte Hardware in Rechenzentren und letztendlich auch auf die IT-Filialen.

Spitzensysteme dieser Gattung integrieren zudem die übergreifende Verwaltung sogenannter Service-Prozessoren (ILO, ALOM, RSA, IPMI) und gestatten so die Überwachung der individuellen Serverbefindlichkeit. Dazu gehören Leistungsaufnahme, Lüfterdrehzahl und Temperatur. Einige wenige IP-Managementsysteme bieten sogar die Einbindung und konsolidierte Verwaltung von virtuellen Servern.

Zentralisierung – so lautete von Anfang an die Grundidee hinter der KVM-Technologie. Anstatt jeden Rechner mit Tastatur, Bildschirm und Maus zu versehen und bei der Arbeit an verschiedenen PCs oder Servern den Arbeitsplatz wechseln zu müssen, genügte ein Satz Ein- und Ausgabegeräte, um den zentralen Zugriff auf alle Rechner zu erhalten. Bereits mit solchen einfachen Umschaltern mit 2, 4 oder 8 Ports wurde die Arbeit an mehreren Rechnern wesentlich effizienter. Im SoHo-Bereich erfüllen solche vergleichsweise simplen Lösungen nach wie vor zuverlässig ihren Dienst.

Hersteller wie Adder, Avocent, Aten, Belkin, Daxten, Guntermann & Drunck, Minicom, Raritan und Rose erkannten das Potenzial dieser einfachen analogen Technologie auch für die Verwaltung von Server-

räumen und ganzen Rechenzentren und entwickelten bis heute Systeme, die über 4, 8, 16, 32 und 64 Ports die zentralisierte Kontrolle und Steuerung von PS/2-, USB-, SUN-Server bieten. Über ein als Kaskadierung bezeichnetes Erweiterungsverfahren können die einzelnen KVM-Switches miteinander verbunden werden, sodass sich die Zahl der zu verwaltenden Geräte auf 128, 256, 512, 1024 und noch höhere Zweierpotenzen steigern lässt.

Auf diese Weise war es möglich, komplette Rechnerfarmen mit nur einem Administrations-Tool zu bedienen. Die Signalübertragung lief dabei zunächst über proprietäre und oftmals wulstige Kabelbündel, die viel Platz in den Serverschränken einnahmen und den Fernzugriff auf die Racks auf wenige Meter beschränkten. Erst der technologische Schwenk zur Kupferverkabelung (nach den Spezifikationen CAT 5, und später 6, 6e sowie 7) als Verbindungsmedium ermöglichte es, Server im Rechenzentrum auch über verteilte Räume im Firmengebäude oder angegliederte Zweigstellen mit bis zu 300 Metern Distanz zum Serverraum zu administrieren.

Ständige Weiterentwicklungen und die Einbeziehung der Glasfaser als Übertragungsmedium erweiterten zusätzlich die Übertragungsdistanzen und trugen zu hohen Bildauflösungen von bis zu 2048 × 1536 beim Remote-Zugriff in Echtzeit bei. Die analogen Switching-Lösungen bewährten und bewähren sich auch heute besonders in Umgebungen, in denen die IT zwar auf mehrere Gebäude verteilt, aber in einem überschaubaren Radius untergebracht ist.

Der Trend zur Dezentralisierung oder zum Outsourcing von Rechenzentren sowie das Betreiben von Backup-Rechenzentren und IT-Zweigstellen, die deutschlandweit oder sogar paneuropäisch angesiedelt sind, wurden zu Beginn des neuen Jahrtausends von den KVM-Herstellern als neue Herausforderung gesehen. Dazu kamen Bestrebungen der RZ-Betreiber, der zunehmenden Komplexität im Datacenter durch Konsolidierungsstrategien Herr zu werden.

Konsolidiert wurde in dieser Zeit auch leider oftmals die Zahl des technischen Personals, sodass immer weniger IT-Fachkräfte für die Betreuung einer stetig wachsenden Zahl an aktiven Komponenten an verschiedensten IT-Standorten zuständig gewesen sind. Alle diese Faktoren gaben die Marschroute bei der Entwicklung neuer KVM-Technologien vor. In deren Ergebnis die IP-basierten KVM-Managementsysteme stehen.



Quelle: Daxten

Moderne KVM via IP-Systeme integrieren die Schnittstellen zur Verwaltung von Servern, seriellen Devices und Power Distribution Units in nur einem Chassis (Abb. 1).

RECHENZENTREN UND INFRASTRUKTUR

Komponenten, Kabel, Netzwerke

Früh
buchen –
bis 25 %
sparen!

› Veranstaltungsreihe 2010 ‹

Spezialisten informieren IT-Leiter und RZ-Planer sowie Netzwerk-Planer über die aktuellen Trends. Informationen aus der täglichen Praxis stellen sicher, dass viel Nutzwert in der Veranstaltung vermittelt wird.

Hier ein Auszug aus der Agenda für das nächste Event in Frankfurt:

- › **Qualität für die Verkabelungs-Infrastruktur – André Gerlach, BdNI Akademie e. K.**
»Anerkennung von Sachkundigen für Planung, Errichtung und Prüfung von Kommunikationskabelanlagen (GIV-Sachkundige)« nach den Richtlinien VdS 3117
- › **Glasfaserkabel optimal ausnutzen – Thomas Weible, flexOptix, Geschäftsführer**
»Pluggable Module (SFP+ und XFP) für 10GbE«
- › **Rechenzentrum in Containern – Frank Koch, Microsoft Deutschland, Infrastructure Architect**
»Von Bauten zu modularen Bauelementen, die neue Generation von Rechenzentren«

Profitieren Sie von dieser hochkarätigen Veranstaltung und erleben Sie einen Tag voller nützlicher Informationen zu ausgewählten Themen.

- › **Termine:** 21. September 2010 Frankfurt/Main
09. Dezember 2010 Hamburg
- › **Preis:** 177,31 Euro (149,00 Euro ohne MwSt.)

In 2010 unterstützt von:



ITENOS



Hier anmelden:
www.rechenzentren-infrastruktur.de

Powered by:





Die Avocent DSView 3-Steuerzentrale für KVM-Switches liefert detaillierte Reports zu den Stromverbräuchen von mehreren über IP ansteuerbaren Steckerleisten (Abb. 2).

Damit war es erstmalig möglich, Menschen und Maschinen räumlich und örtlich zu entkoppeln, ohne bei der Administration hinsichtlich der Entfernung, Zeit oder Anzahl der zu verwaltenden Komponenten einer Limitierung unterworfen zu sein.

Technologisch funktionierte dies ganz einfach: Der analoge Datenverkehr zwischen KVM-Switch und Rechner wurde digitalisiert – die Videosignale, Tastatur- und Mauseingaben werden für die Übertragung in digitale Pakete umgewandelt, komprimiert und verschlüsselt und über eine TCP/IP-Verbindung an einen beliebigen Arbeitsplatz weitergeleitet. Über eine zentrale und browsergestützte Bedienoberfläche auf einem internetfähigen PC oder Notebook kann so ein Systembetreuer auf jeden mit einem IP-KVM-System verbundenen Server zugreifen und diesen aus etlichen Kilometern Entfernung bedienen, als säße er direkt davor.

Der Zugriff kann dabei bis auf BIOS-Ebene entweder „in-band“ oder auch „out-of-band“ per Modemeinwahl erfolgen, sodass zum Beispiel das Aufsetzen von Systemen, deren Konfigurationen, Neustarts und das Überwachen bei jedem OFF- oder ON-Status der Server erledigt werden können – was sich als entscheidender Vorteil gegen-

über konkurrierenden softwarebasierten Remote-Access-Lösungen erwies, die nur dann eine Fernzugriffsmöglichkeit bieten, wenn das Betriebssystem der Rechner läuft.

Die Integration des IP in die KVM-Technologie und die browserbasierte Zugriffsmöglichkeit verlangten natürlich nach einem Mehr an Sicherheit, um unternehmenskritische Daten, die über die in ein KVM-Verwaltungssystem eingebundenen Server laufen, vor einem Angriff von innen und außen zu schützen.

Auf der physischen Systemebene der Switches sorgen verschiedene und je nach Sicherheitsstufe wählbare Verschlüsselungsverfahren im DES-, 3DES-, SSL- und AES-Modus dafür, dass die Daten nach der Konvertierung von analog in digital und bei der Weiterleitung effizient geschützt sind und der Sicherheitsstandard mit den Sicherheitsrichtlinien im jeweiligen Rechenzentrumsbereich korrespondiert.

Die weiteren Sicherungsbollwerke werden über das „Gehirn“ einer IP-KVM-Lösung eingerichtet. Je nach Hersteller handelt es sich dabei um ein Softwaremanagement-Tool oder eine Embedded-Systemsoftware in einer Appliance. In erster Stufe lassen sich darüber die Zugriffsrechte für jeden individuellen Server oder auch Servergruppen festlegen, und die einzelnen Zugangsebenen können zusätzlich per Passwort-Abfrage geschützt werden.

Diese in den Anfängen der digitalen KVM-Switches noch manuell zu verrichtende Arbeit wurde dadurch erheblich vereinfacht und beschleunigt, dass ab der zweiten KVM via IP-Generation bis heute die Möglichkeit gegeben ist, bestehende Verzeichnisdienste und Authentifizierungsdatenbanken (RADIUS, LDAP, NT Domain, Active Directory, TACACS+ und RSA SecurID) zu integrieren und somit Benutzerprofile und Zugriffsrechte automatisch in das KVM-Management-Tool zu übernehmen. Über entsprechende Dienste wird natürlich auch bei jedem Zugriff protokolliert, wer, wann und von wo aus auf welches Gerät zugreift. Bei jeder Abweichung vom Sicherheitsprofil erfolgt dann umgehend eine entsprechende Warnmeldung per E-Mail oder SMS an einen Systemverantwortlichen oder SNMP-Traps leiten automatisch zuvor festgelegte Maßnahmen wie etwa einen System-Shutdown ein.

Damit auch das Gehirn der KVM-Managementsysteme vor allen Eventualitäten geschützt ist, setzen einige wenige Hersteller auf mehrfache Redundanz: Steht der Hauptserver, auf dem die Anmeldedaten

Quelle: Daxten/Avocent

Rittal – Das System.



IT-RACKS

IT-COOLING

IT-POWER

der Benutzer gespeichert sind, einmal nicht zur Verfügung, lassen sich Logins auf einem von mehreren Mirror-Servern durchführen. Eine Echtzeitsynchronisation der verschiedenen Authentifizierungsserver sorgt dafür, dass die gespiegelten Daten auf den Backup-Servern jederzeit aktuell sind.

War bis hierher im Schwerpunkt von der zentralisierten Verwaltung unterschiedlicher Serverplattformen die Rede, muss nun eine neue Begrifflichkeit eingeführt werden, um dem Leistungsspektrum heutiger KVM-Lösungen gerecht zu werden: Branchenkenner sprechen in Datacenter-Kontext viel eher von Infrastruktur-Management- oder Datacenter-Management- und kaum mehr von KVM-Systemen.

Und dies völlig zu Recht, denn schon die zweite Generation der IP-fähigen Switches integrierte unter dem Dach ihrer Managementsoftware die zentrale Kontrolle und Steuerung von seriellen Geräten wie Hubs, Router, Netzwerkschwitches, Firewalls und viele mehr. Es folgte die Einbindung von seriell oder auch über IP ansteuerbare Steckerleisten (auch unter der Abkürzung PDU – Power Distribution Unit – bekannt). Diese gestattete es den Systembetreuern erstmals, sogar per Mausclick oder Tastenkombination über die Bedienschnittstelle echte Kaltstarts (power-off/on) der an der Steckerleiste angeschlossenen Geräte aus der Ferne durchzuführen sowie die Eingangsströme und Verbräuche per Steckerleiste, einzeltem Port oder Portgruppen zu erfassen, zu protokollieren und als komplettes Energie-Reporting dem Facility-Management zur Verfügung zu stellen.

In einem weiteren Entwicklungsschritt kam die Verwaltung sogenannter virtueller Medien hinzu. Mit dem Virtual Media-Feature lassen sich Speichermedien, die lokal am Arbeitsplatz eines Administrators angeschlossen sind, beliebigen Rechnern im Netzwerk zuordnen. Dabei kann es sich um CD-ROM-, DVD-Laufwerke, USB-Medien wie Speichersticks oder externe Festplatten handeln. Über die virtuelle Medieneinbindung verhalten sich diese so, als seien sie direkt am Zielrechner angeschlossen. So ist es zum Beispiel möglich, neu installierte Rechner mit Betriebssystem und Anwendungssoftware zu bestücken, ohne vor Ort sein zu müssen. Selbst Patches und Updates können auf diese Weise einfach und bequem aus der Ferne auf einzelne Rechner oder simultan auf mehrere Hundert aufgespielt werden. Dann begann man sich in der KVM-Branche für das Innenleben der

Quelle: Daxten



Ein Beispiel für die Zusammenführung von physischen und virtuellen Servern mit den entsprechenden Virtual Centers auf nur eine übergreifende Managementplattform (Abb. 3).

einzelnen Server zu interessieren und überlegte, welche wichtigen Hinweise Veränderungen der Lüfterdrehzahl, Temperatur und des Stromverbrauchs auf bevorstehende Fehlfunktionen oder die Lebensdauer der Hardware geben könnten. Da die großen Serverhersteller wie HP, IBM, Dell und Sun Microsystems diese Werte bei älteren Servern nur über eigene Serviceprozessoren und entsprechende Schnittstellen (iLO, RSAII, DRAC, ALOM) sowie bei jüngeren Rechnern zusätzlich über die plattformübergreifende Intelligent Platform Management Interface (IPMI) preisgeben, entwickelten zunächst Avocent und dann Raritan eigene Devices für die übergreifende Überwachung und das Management aller aufgeführten Serviceprozessoren. Dadurch wurden die Managementsysteme um proaktive Funktionen zum Schutz vor Systemstörungen oder -ausfällen erweitert.

Die vorläufige Leistungsspitze bei Infrastrukturmanagementsystemen markieren Lösungen, die über die konsolidierte Verwaltung aller oben angesprochenen Komponenten hinaus auch die Administration von physischen und virtuellen Servern von einer Systemebene aus ermöglichen. Die technische Einbindung geschieht auf ähnliche Art und Weise wie bei der konsolidierten Verwaltung von physischen Maschinen. Zunächst benötigt man wiederum eine übergeordnete Steuerzentrale. Bei den beiden Anbietern Avocent und Raritan, die diese Integration unterstützen, nennt sich diese DSView 3 beziehungsweise Command Center Secure Gateway. Die virtuellen Maschinen, erzeugt etwa durch die

Schneller – besser – überall.



DATA-CENTER



IT-SECURITY

www.rittal.de



Lösungen von Citrix oder VMware, sind bereits mit einer eigenen IP-Adresse und Profilen in den dedizierten virtuellen Verwaltungs-Tools (zum Beispiel im Virtual Center von VMware) angelegt. Die Steuerzentralen der KVM-Hersteller integrieren dann über Plug-ins lediglich die IP-Adressen und auch die Einstellungen für jeden einzelnen virtuellen Server.

Der Clou dabei ist, dass bereits bestehende Benutzerprofile aus einer LDAP-, RADIUS- oder Active-Directory-Datenbank auch als Einstellungen für ein virtuelles Verwaltungs-Tool übernommen werden können – was wiederum die Einrichtung von unterschiedlichen Zugriffsebenen, entweder mit Administrator-, einfachen User-Rechten oder als User-Gruppe, enorm beschleunigt und vereinfacht. Zudem können Benutzer manuell über die Steuerzentrale hinzugefügt werden, die selbst bei einem Ausfall der Authentifizierungsserver noch Zugriff auf die virtuellen und physischen Server haben.

Eine echte Konsolidierung findet über die Managementapplikationen von Avocent und Raritan auch daher statt, da zum Beispiel ein Virtual Center hinsichtlich der Zahl der zu verwaltenden virtuellen Server limitiert ist. Sollen darüber hinaus weitere Maschinen hinzugefügt werden, muss normalerweise ein zweites Virtual Center eingerichtet werden, für das wiederum auch alle Benutzerrechte manuell einzurichten sind.

Unter dem Dach einer Managementapplikation werden nun alle Virtual Center zusammengefasst und einmal festgelegte Benutzerprofile können auf alle Virtual Center übertragen werden – eine Arbeitserleichterung für Administratoren. Das Hinzufügen oder Entfernen von virtuellen Rechnern ist jedoch auch nach der Integration in die zentrale Benutzeroberfläche lediglich über das Virtual Center möglich.

Der Zugriff selbst auf die virtuellen Systeme erfolgt über die browsergestützte Bedienoberfläche einer Steuerzentrale. Diese zeigt alle physisch und virtuell vorhandenen Server in einer Baumstruktur oder in einem Listen-Menü an. Per Mausklick auf ein Icon oder den

Namen eines Zielservers öffnet sich dessen Bildschirmanzeige auf dem zentralen Benutzer-Monitor und sofort kann damit wie gewohnt gearbeitet werden. Dabei bemerkt der Anwender nicht einmal, ob dieser gerade Zugriff auf einen physischen oder virtuellen Server hat. Reine Nutzungsrechte werden dem Benutzer direkt über die Steuerzentrale zugewiesen, sodass die Autorisierung nicht mehr über das dedizierte virtuelle Verwaltungssystem der Hersteller läuft.

Die vorherrschenden Trends in der gesamten IT wirken natürlich bis weit in die Entwicklung bei den KVM-Herstellern hinein. Themen wie Konsolidierung oder Virtualisierung werden stets bei neu vorgestellten Lösungen abgebildet. Ein Thema bleibt die Steigerung der Energieeffizienz in Rechenzentren sein. Und um diese zu erreichen, wird eine bessere Verzahnung von IT- und Facility-Management gefordert.

Interessanterweise ist dieses Zusammenspiel bereits Realität – zumindest auf der Systemebene zweier Visualisierungs-Tools von Avocent und Raritan. Diese als Avocent Mergepoint Infrastructure Explorer und „Raritan dcTrack“ bezeichneten Lösungen bieten IT- und Facility-Verantwortlichen eine grafische Übersicht aller Assets im RZ. Per Simulation kann ermittelt werden, wo etwa freie Höheneinheiten im Rack zur Verfügung stehen, um neue Hardware unterzubringen und wie sich diese auf den Stromverbrauch und den Kühlungsbedarf im Rack auswirken.

Detaillierte Reporting-Funktionen erlauben es ferner, für jede Komponente anfallende Upgrades und Updates, Wartungsintervalle, Energieverbrauch, Abschreibungszeiträume, End-of-Life und viele weitere wichtige Parameter abrufen zu können.

Jörg Poschen

ist Senior Marketing Manager CE bei Daxten, die eine eigene KVM-Produktlinie sowie die Lösungen aller namhaften Hersteller vertreibt. Mehr Infos unter: www.daxten.de.

KONSOLIDIERTE VERWALTUNG VON VIRTUELLEN SERVERN

„Virtualisierung ist eine wichtige Technologie, die physikalische Rechnerinfrastruktur effizienter ausnutzen zu können. Besonders überzeugt haben uns dabei natürlich auch die Einsparpotenziale, die sich im Hinblick auf Energieverbrauch und Stellfläche ergaben. Höhere Verfügbarkeit war ein weiterer wichtiger Betriebsaspekt.“ Diese Aussage stammt von Ralf Beerbaum, zuständig für das System-Management der Circ IT, einem auf IT-Dienstleistungen für Medien spezialisierten Unternehmen mit Sitz in Düsseldorf. Zu den Kunden zählen Zeitungs- und Zeitschriftenverlage mit Publikationen wie Rheinische Post, Handelsblatt, Wirtschaftswoche, Westdeutsche Zeitung, Die Zeit und Der Tagesspiegel.

„Bei allen Vorteilen, die eine Virtualisierung bietet, stellt die Einrichtung, das Management und die Maintenance einer parallelen physischen und virtuellen RZ-Umgebung eine große Herausforderung dar und ist mit einem hohen Administrationsaufwand verbunden. Schließlich gilt es, die zuvor für die physisch vorhandenen Server festgelegten Konsolen-, Benutzer- und Sicherheitsprofile auch auf die virtuellen Rechner zu übertragen oder eben bei Bedarf auch abzuändern“, gibt Beerbaum zu Protokoll. Dies erfolge zumeist per manueller Einrichtung über das Virtual-Center-Tool, über das auch mehrere virtuelle Maschinen verwaltet werden.

„Soll nun ein Host, also ein physischer Rechner, für einen virtuellen Server geändert oder neu zugeordnet werden, müssen alle Einrichtungen über das Virtual Center von Neuem definiert und vorgeordnet werden“, führt Beerbaum weiter aus. „Da kam es uns sehr

gelegen, dass uns die Firma Daxten, die uns auch schon mit einer Managementlösung für unsere physischen Server versorgt hat, im Zuge eines Updates auf die neueste Version der Avocent-DSView3-Lösung wechselte, die ebenfalls ein Plug-in für die Verwaltung von virtuellen Maschinen bietet.“

Dadurch wurde die ganze Virtualisierungsumgebung richtig rund und einfach administrierbar – so der IT-Spezialist von Circ IT: „Denn wir konnten von da an alle virtuellen und physischen Geräte über ein Bedien-Interface steuern und verwalten. Das Virtual Center wurde ebenfalls auf die Avocent Managementsoftware konsolidiert, was uns eine zentrale Einrichtung aller benutzer- und gerätespezifischen Zugangsrechte und Profile gestattet.“

Ralf Beerbaum,
verantwortlich für das
System-Management bei der
Circ IT, konsolidiert die
Administration von
physischen und virtuellen
Servern mit einem KVM-
Verwaltungssystem.



Sie kennen Raritan als KVM-Experten. Wussten Sie dass wir auch preisgekrönte Lösungen für intelligentes Powermanagement haben?



Dominion PX
Hardware-Produkt
des Jahres

Raritan Dominion® PX

Intelligente PDU, die Ihnen Effizienz und Produktivität im Rechenzentrum steigern hilft.

- ▶ Strom messen und schalten auf Ausgangsebene; anwenderdefinierte Schaltfolgen, Schwellwerte und Benachrichtigungen
- ▶ Flexible Protokollunterstützung, inclusive IPMI, SMASH-CLP, SSH, Telnet und SNMP
- ▶ Sicherungsautomaten bei Geräten über 20A, die leicht einzustellen sind und bei normalen Stromschwankungen nicht auslösen



Raritan Power IQ™

Die kürzlich mit dem Green Enterprise IT Award prämierte Lösung zur zentralen Sammlung und Verwaltung von Daten Ihrer PDUs von Raritan, APC, Server Technology und Geist.

- ▶ Erstellen einer Ist-Analyse und Nachweis von Änderungen beim Stromverbrauch und bei der CO₂-Bilanz
- ▶ Aufspüren ungenutzter Energieressourcen
- ▶ Automatisches Ein- und Ausschalten von Gerätegruppen



Raritan Dominion® SX

Serieller Konsolenswitch, der einen Steuerungspunkt für eine Vielzahl von IT Komponenten bietet.

- ▶ Integriertes Modem
- ▶ Dual Power/Ethernet



Raritan Dominion® KX II

Mehrfach ausgezeichnete Enterprise KVM-over-IP Switch der nächsten Generation, der hinsichtlich optimaler Performance, Sicherheit, Zuverlässigkeit und Flexibilität neue Maßstäbe setzt.

- ▶ Universal Virtual Media™ bei allen Modellen
- ▶ Unterstützt auch Blade Server



Raritan CommandCenter® Secure Gateway (CC-SG)

Zentrales Management für Dominion KX II, PX, SX und andere Produkte von Raritan sowie für embedded Serviceprozessoren (iLO, DRAC, RSA), für Bladeserver von HP, Dell und IBM und auch für virtuelle Infrastruktur.

- ▶ Einheitlicher und sicherer Zugriff
- ▶ Firmware-Update-Funktion für große Anzahl Geräte gleichzeitig



Raritan LCD KVM Konsolen

Die Rack-Konsole mit 17 Zoll LCD-Monitor und Cat5-KVM-Switch in 1HE Gerät.

- ▶ Einfache Installation und Verkabelung
- ▶ "Lights-out" Zugriff zum Serverraum

TCP/IP sprengt im KVM-Bereich die Grenzen

Netzwerk muss Bandbreitenhunger stillen können

Die Digitalisierung der Videosignale einerseits sowie der Rückgriff auf TCP/IP als Übertragungsprotokoll andererseits erlauben weiträumige KVM-Konfigurationen. Die Signale von Keyboard, Video und Maus (KVM) können dabei über 10 Kilometer weit transferiert werden und das bei hohen Auflösungen und Bildwiederholraten.

Um den Bildschirmarbeitsplatz mit Keyboard, Video und Maus (KVM) vom Rechner – oft als CPU bezeichnet – abzusetzen und um mehrere Rechner von einem Arbeitsplatz aus zu steuern, haben sich KVM-Switches mit entsprechenden Verlängerungskabeln etabliert. Bei kurzen Distanzen hat diese Option auch heute noch ihre Berechtigung.

Im Rechenzentrumsbetrieb spielen derartige Lösungen ihre Vorteile aus: Der Administrator muss nicht im lauten und meist auch kalten Rechenzentrumsraum arbeiten, hat aber dennoch Zugriff auf die Server – und zwar beim Systemstart bis auf deren BIOS. Hier empfehlen sich in der ersten Generation Lösungen, die mittels proprietärer Kabel basierend auf Koaxleitern als KVM-Extender arbeiteten. Diese sind jedoch zwischenzeitlich zugunsten anderer Technologien fast komplett vom Markt verschwunden.

Heute erfolgt die Übertragung über Kupfer- oder Glasfaserkabel. Die entscheidenden Parameter für die einzusetzenden KVM-Extender sind die gewünschte Auflösung des Videosignals und die zu überbrückende Distanz. Tastatur- und Maussignale können mit übertragen werden; dazu bedarf es keiner sonderlichen Klimmzüge. Denn diese peripheren Signale benötigen nur geringe Bandbreiten und sind daher recht störungsunempfindlich. Das Videosignal dagegen gilt als die sichtbare und somit bestimmende Komponente.

„Mit steigender Bildschirmauflösung sind auch die Anforderungen an einen KVM-Extender gewachsen. Anfangs wurden hauptsächlich analoge Videosignale in VGA-Auflösung (mit 640×480 Bildpunkten) übertragen, während heute zumindest SXGA (1280×1024 Bildpunkte) der Standard am Arbeitsplatz ist“, berichtet Karl Loncarek. Der Key Account Manager bei Black Box Deutschland sieht sogar noch höhere Anforderungen in der Realität: „Bei speziellen CAD- und Grafik-Arbeitsplätzen werden Bildauflösungen in Bereichen von 1920×1200 Pixel und noch höher verwendet. Zu beachten ist auch der Siegeszug von digitalen Videosignalen (DVI) anstelle der herkömmlichen analogen Übertragung.“

Wird ein analoges Videosignal über Fiberoptik gesendet, wird es in der Regel bei den KVM-Extendern digitalisiert und dann über zwei Glasfasern übertragen. Bei Multimode-Glasfasern sind damit Distanzen von bis zu 500 Meter, bei Singlemode-Fasern bis zu 10 Kilometer überbrückbar. Aufgrund der durch die Digitalisierung nötigen Bandbreite, gibt es aber gewisse Einschränkungen wie die Begrenzung der maximalen Auflösung oder die Reduzierung der Framerate (Bilder pro

Sekunde) bei hohen Auflösungen. Gerade Letzteres führt oft zu ruckelnden Bildern. In Anwendungen mit statischen Bildinhalten, kann das durchaus akzeptabel sein und völlig ausreichen. Für einen Arbeitsplatz, an dem mit Grafiken und bewegten Bildern gearbeitet wird, ist ein solches Verhalten aber nicht tragbar. „Bei der analogen Übertragung über CAT-Kabel treten Probleme auf. Statt der vormals üblichen Kategorie-5-Kabel (CAT-5-Kabel), werden heute paarweise geschirmte CAT-7- oder CAT-8-Kabel verlegt“, führt Loncarek aus. „Die Kabel der höheren Kategorien sind für die Netzwerkübertragung optimiert, nicht aber für die Übermittlung von Videosignalen. Viele Anwender setzen die Verwendung eines CAT-Kabels mit einer digitalen Signalübertragung gleich. Doch das ist ein weitverbreiteter Irrtum, denn das CAT-Kabel kommt lediglich als Übertragungsmedium zum Einsatz.“ Das übertragene Signal ist nach wie vor analog. Das hat für die gesamte Verkabelungsstrecke eine massive Auswirkung: Es kann nicht über einen Netzwerk-Switch oder über eine dazwischen geschaltete Glasfaserstrecke übertragen werden.

Eine weitere Einschränkung ergibt sich laut Loncarek hinsichtlich der Kompatibilität: „Es ist in der Regel nicht möglich, die Sender und Empfänger verschiedener Hersteller zu mischen. Denn die Belegung wie auch die elektrischen Daten, der über CAT-Kabel übertragenen Signale, sind nicht genormt.“

Bei CAT-Kabeln werden zur Verringerung des Übersprechens zwischen den einzelnen Paaren die Adernpaare unterschiedlich stark verdreht. Aus dieser unterschiedlich starken Verdrehung resultiert ein Unterschied in der effektiven Kupferlänge der einzelnen Adernpaare. Der Längenunterschied zwischen den einzelnen Adern führt wiederum zu unterschiedlichen Laufzeiten der analogen Farbsignale. Diese Laufzeitunterschiede sind im Datenblatt des Kabels unter dem Begriff Skew zu finden und werden in Nanosekunden (ns) angegeben. Der jeweilige Wert bezieht sich auf eine Schnittlänge des Kabels von 100 Metern Netzwerksegmentlänge und liegt im Mittel bei 20 ns.

„Bei geringen Kabellängen oder Bildauflösungen spielt der Skew-Wert noch keine Rolle“, relativiert Loncarek das Problem. „Sobald die Auflösung und/oder die Kabellänge ansteigen, kann es dagegen zu Farbschatten in der Anzeige auf dem Bildschirm kommen. Im günstigsten Fall führen die Laufzeitunterschiede nur zu Unschärfen. Doch im ungünstigsten Fall kommt es zu einem Farbversatz, der besonders deutlich bei den vertikalen Linien hervortritt. Eine weiße Linie hat dann zum Beispiel einen unerwünschten roten Schatten.“

Bei paarig geschirmten Kabeln sinken in der Theorie zwar die zulässigen Laufzeitunterschiede wieder. Die Praxis hat aber gezeigt, dass es zu kapazitiven Effekten durch die zusätzliche Schirmung kommt, die sich in einer „Fähnchenbildung“ niederschlägt. Dies kann nur teilweise durch Kompensationseinstellungen in den KVM-Extendern behoben werden. Die maximal erreichbaren Distanzen liegen bei circa 300 Metern. Darüber hinaus können zudem verstärkt elektrische Störungen auftreten. Generell ist festzustellen: Je höher die gewünschte Auflösung ist, umso geringer ist die erreichbare Distanz. Die höchste Videoqualität wird erreicht, wenn zur Verbindung zwischen Sender und Empfänger des Extender massives U/UTP oder S/UTP mit einem Adern-Querschnitt von mindestens AWG24 verwendet wird.

Die analoge Extender-Technik wird auch häufig zusammen mit KVM-Umschaltern eingesetzt beziehungsweise ist direkt in diese Geräte integriert. Durch eine Bedienung des KVM-Umschalters von außerhalb des eigentlichen Serverraumes erhält der Administrator einen komfortablen und ergonomischen Arbeitsplatz. Er ist nicht mehr dem Lärm der Server und der Kälte des klimatisierten Raumes ausgesetzt. Zudem spart man sich die Wege zwischen den verschiedenen Servern oder Serverräumen.

Digitale Videosignale bringen Vorteile

Aber nicht nur die Anforderungen an die Bildschirmauflösung haben sich geändert, sondern auch die Art des Videosignals. Es wird zunehmend mit digitalen Videosignalen (DVI) gearbeitet. Die Vorteile von DVI liegen auf der Hand: Es entfällt die sonst notwendige Analog-/Digitalwandlung am Monitor sowie an der Grafikkarte (Digital-Analog) und es gibt aufgrund des digitalen Signals keine sichtbaren Verluste mehr. „Ein DVI-Signal benötigt allerdings eine höhere Bandbreite als ein entsprechendes analoges Videosignal. Damit ergeben sich auch gänzlich andere Anforderungen an die KVM-Extender. Mit herkömmlichen DVI-Kabeln sind laut Norm nur noch fünf Meter überbrückbar. Die Datenrate eines Singlelink-DVI-Signals liegt bei 3,96 GBit/s und die maximale Auflösung bei 1920 × 1200 Bildpunkten“, führt aus.

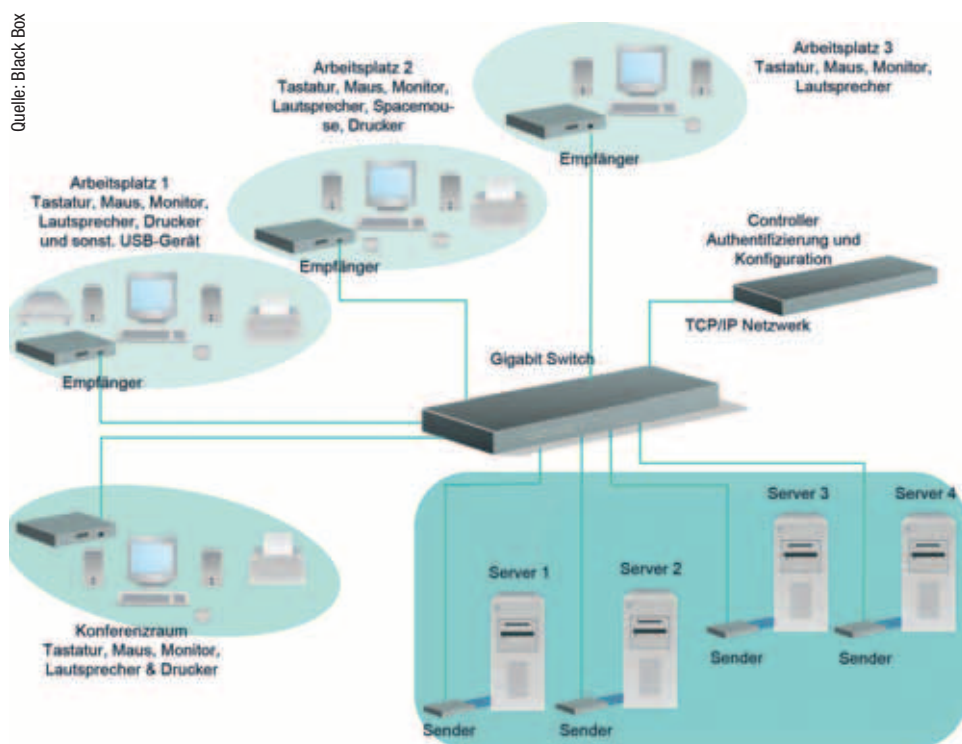
Auch die DVI-Extender gibt es als CAT- sowie als Glasfaservarianten. Da die Bandbreite des DVI-Signals deutlich höher ist als die des CAT-Kabels, wird mit Kompression gearbeitet. Teilweise wird auch die Farbtiefe von 24 Bit auf 21 oder 18 Bit oder die Framerate reduziert. Bestimmte Anwender, wie etwa Grafiker an ihren Systemen, können diesen Unterschied in der Farbtiefe feststellen. Für Standardanwendungen dagegen ist diese Einbuße nicht relevant.

Die Übertragung über Kupferkabel erfolgt zwar digital, jedoch hat dieses Signal noch nichts mit TCP/IP zu tun. Die Übertragung erfolgt proprietär,

und die maximale Reichweite über Kupfer liegt bei etwa 140 bis 150 Metern. Glasfaserkabel stellen dagegen eine höhere Bandbreite zur Verfügung. Damit sind auch größere Distanzen für die Übertragung möglich. Das Videosignal wird komprimiert, sodass die eigentliche Übertragung typischerweise mit 1 GBit/s oder 1,25 GBit/s erfolgt. Es gibt Modelle mit einem 2,5-GBit/s-Link, bei denen die Reduktion der Farbtiefe entfällt. Die Glasfaservarianten verwenden üblicherweise zwei Fasern, aber auch Single-Fiber ist möglich.

Ein weiterer wichtiger Aspekt betrifft die mittlerweile sehr weitverbreiteten USB-Eingabegeräte (wichtig ist dabei USB 2.0). Nur wenige KVM-Extender mit USB übertragen das USB-Signal transparent. Häufig wird mit Emulationen gearbeitet, die nur Geräte mit dem USB-HID (Human Interface Device) Standard unterstützen (wie etwa die Wheelmouse von Microsoft). Multimediatasten auf den Tastaturen oder zusätzliche Maustasten bleiben dabei oft ganz oder zumindest teilweise außen vor. Aktuelle Entwicklungen sind dagegen in der Lage, die DVI-Signale unkomprimiert über eine einzige Glasfaser und zusätzlich USB 2.0 völlig transparent zu übertragen. Einen Nachteil gibt es bei den meisten verfügbaren DVI-Extendern, berichtet Loncarek: „Sie übertragen nur das digitale DVI-D-Signal und sind somit nicht in der Lage, ein analoges Signal (zum Beispiel VGA mit einem Steckadapter) zu transportieren.“ Es gibt für DVI und VGA aber einen flexiblen Extender. Es handelt sich um einen IP-basierten KVM-Extender. Dieses Gerät verwendet zur Übertragung kein proprietäres Protokoll oder Signal, sondern transferiert das KVM-Signal über Gigabit-Ethernet. Die Übertragung erfolgt über günstiges Kupferkabel und kann jederzeit geroutet oder mittels Gigabit-Switch verlängert werden. Zudem besteht die Option, mit einem einfachen Medienkonverter mitten im Übertragungsweg auf Glasfaser zu wechseln, falls eine größere Reichweite oder eine galvanische Trennung erreicht werden soll.

Da die Ein- und Ausgänge als DVI-I ausgelegt sind, können sowohl DVI-D-Signale wie auch VGA-Signale (mit entsprechenden Adaptern) übertragen werden. Falls nötig, erfolgt auch eine Konvertierung



Quelle: Black Box

Beispiel für eine KVM-Konfiguration, die TCP/IP und eine vorhandene Netzwerkinfrastruktur verwendet (Abb. 1).

zwischen digitalen und analogen Ein- und Ausgangssignalen. „Um die Flexibilität dieses Systems noch zu steigern, besteht die Möglichkeit, mehrere Extender mittels eines Management-servers zu einer frei skalierbaren KVM-Matrix umzukonfigurieren beziehungsweise auszubauen“, schlägt Loncarek vor. Dabei werde nur die bekannte und günstige Übertragungsinfrastruktur von Gigabit-Ethernet verwendet. Aufgrund der notwendigen hohen Bandbreite empfiehlt er nicht, den KVM-Datenstrom bei größeren Applikationen über das normale Hausnetz zu transferieren.

Die KVM-Verlängerung und -Umschaltung über das TCP/IP-Protokoll wird heutigen und zukünftigen Anforderungen an eine flexible Infrastruktur in vielen Punkten gerecht. Die Grundlage für diese Variante bildet das Protokoll TCP/IP. „Das Besondere daran ist die Tatsache,

dass auf der Basis von TCP/IP Algorithmen sowohl ein analoges (VGA) als auch digitales (DVI-D) Computer-Videosignal quasi in Echtzeit von der Quelle bis zur Senke schaufeln – ganz ohne jegliche Dämpfungsverluste“, erklärt Mark Hempel. Der Produktmanager KVM Europa bei der Black Box Deutschland zählt weitere Vorteile auf: „Maus-Latenzen oder einen langsamen Bildaufbau wie bei den bisherigen KVM-over-IP-Systemen, die bereits seit Jahren im Servermanagement eingesetzt werden, kennt diese neue Technik nicht.“

Einige Hersteller haben Geräte entwickelt, die sich für kurze bis mittlere Übertragungswege im LAN- bis Campus-Bereich eignen. Das hohe Tempo dieser Technik verlangt vor allem nach kurzen Round-Trip-Verzögerungszeiten und den passenden Bandbreiten. „Damit werden die bisherigen Grenzen der für analoges VGA-Signal bekannten

TECHNIK HINTER DEN KVM-EXTENDERN

KVM-Extender, die über Kupferkabel arbeiten, verwenden typischerweise herkömmliches CAT-5-Netzwerkkabel. Diese Systeme können je nach Auflösung bis zu 300 Meter überbrücken. Generell gilt die Empfehlung, Massivdrahtkabel mit einem Querschnitt von mindestens AWG 24 zu verwenden. Heute kommt meist AWG 23 oder AWG 22 Kabel (ist dicker als AWG24) für die strukturierte Verkabelung zum Einsatz. Es ist wichtig, Massivdrahtkabel zu verwenden, da ein Litzenkabel gleichen Außendurchmessers einen geringeren effektiven Kupferquerschnitt und somit einen höheren ohmschen Widerstand aufweist.

Werden Netzwerkkabel höherer Kategorie verlegt (CAT5e, CAT6, CAT7 teilweise schon CAT8), wirkt sich das besonders bei großen Distanzen und höheren Auflösungen der Skew des Kabels aus. Bei den Kabeln der höheren Kategorie sind die einzelnen Adernpaare unterschiedlich stark verdreht. Damit ergibt sich ein Unterschied in der Länge der Kupferleitung zwischen den einzelnen Adernpaaren, die zu Laufzeitunterschieden zwischen den einzelnen Adernpaaren führt.

Da nun die CATx-KVM-Extender die Signale analog übertragen, das heißt ein Adernpaar überträgt das rote Farbsignal, ein Paar das blaue und ein Paar das grüne, kommt es bei zu großen Laufzeitunterschieden zu Farbschatten auf dem Bildschirm (wenn zum Beispiel das grüne Farbsignal später ankommt). Um diesen Effekt auszugleichen, gibt es KVM-Extender, die das sogenannte De-Skew unterstützen. Diese Extender „bremsen“ quasi die zu schnellen Farbsignale ab. Somit erhält der Monitor alle Farbinformationen zur gleichen Zeit und Schatten werden vermieden. Dieser Skew-Effekt wird besonders deutlich, je länger das Kabel zwischen dem Empfänger (Remote) und dem Sender (Local) und je höher die verwendete Auflösung ist.

Der Effekt des Skew zeigt sich in Unschärfen, bei extremen Fällen in Farbschatten hinter vertikalen Linien (zum Beispiel Fensterrahmen). Es gibt spezielle Testbilder, die den Skew-Effekt besonders deutlich darstellen und so seine Kompensation vereinfachen. Um ihn ganz zu umgehen, gibt es zwei Möglichkeiten:

- Einsatz eines DVI-D-Extender und
- Einsatz eines LWL-Extender.

Setzt der Anwender einen digitalen DVI-D Extender über CATx-Kabel ein, muss er sich allerdings einer Einschränkung bewusst sein: Die überbrückbare Distanz ist typischerweise auf etwa 100 bis 150 Meter begrenzt und das Videosignal ist komprimiert

beziehungsweise verlustbehaftet. Die Bandbreite eines CATx-Kabels ist begrenzt, daher gibt es verschiedene Methoden um die übertragene Datenmenge zu reduzieren. Die am häufigsten verwendete Methode ist das Auslassen von Einzelbildern. Es wird zum Beispiel jedes fünfte oder sechste Frame weggelassen. Bei der klassischen Server-/Rechner-Administration stellt das normalerweise kein Problem dar – die Maus läuft höchstens etwas nach. Für Videoschnitt und ähnliche Anwendungen sind derartige Extender jedoch nicht geeignet, da dann das Bild erkennbar ruckelt. In diesen Fällen sind LWL-Extender besser geeignet.

LWL-Extender werden für analoge Signale hauptsächlich dann verwendet, wenn größere Distanzen überbrückt werden müssen: bis zu 500 Meter bei Multimode-Glasfaser und 10 Kilometer bei Singlemode-Faser. Sonst dienen sie zur Potenzialtrennung zwischen lokaler und entfernter Seite. Verwendet man LWL-Extender für die Übertragung von DVI-Signalen, ist auch hier darauf zu achten, dass die volle gewünschte Anzahl der Frames übertragen werden kann. Um einen Film flüssig wiedergeben zu können, sind mindestens 25 Frames/Bilder pro Sekunde (notwendig).

KVM über IP (KVMoIP) bedeutet, dass die KVM-Signale in digitalisierter Form über eine herkömmliche Netzwerkinfrastruktur „laufen“. Es sind keine dedizierten Verbindungen mehr nötig, sondern die Signale können ganz regulär durch Netzwerk-Switches oder Router übertragen werden. Bei entsprechend optimierten Geräten gibt es keine Längenbeschränkungen mehr. Im Gegensatz zu den herkömmlichen KVM-Extendern, die immer paarweise mit Sender am Rechner und Empfänger an der Bedienkonsole arbeiten, funktionieren diese Geräte alleine, sprich ohne Empfängereinheit.

Ein KVMoIP-Wandler greift die Signale typischerweise von den externen Schnittstellen des Computers ab, sprich das von der Grafikkarte ausgegebene VGA-Signal wird digitalisiert und dann über das Netzwerk übertragen. Auf der anderen Seite kommt spezielle Software zum Einsatz, die die übertragenen VGA-Signale wieder in ein sichtbares Bild zurückübersetzt. Meistens handelt es sich dabei um eine proprietäre Software. Es gibt aber auch Geräte, die auf einen Standard wie VNC (Virtual Network Computing) zurückgreifen. VNC gibt es auch als Serverapplikation, ähnlich wie zum Beispiel PC Anywhere.

*Rainer Huttenloher
(nach Unterlagen von Black Box Deutschland)*

Möglichkeiten bei Weitem gesprengt“, erläutert Hempel. „Homogene Multiuser-Architekturen lassen sich nun auch gebäudeübergreifend aufbauen, wobei die Systemintegrität und Videosignalqualität gewahrt bleiben.“ Die Netzwerktechnologie erlaube hierbei, Flaschenhälse zu vermeiden und biete ausreichende Redundanz-Optionen über bewährte Verfahren wie etwa die Protokolle Spanning Tree und Rapid Spanning Tree sowie das Trunking. „Wird eine derartige KVM-Lösung als Extender genutzt, stehen selbst bei einer klassischen Punkt-zu-Punkt-Anwendung Auflösungen bis zu 1920 × 1200 bei 60 Hz und 24 Bit Farbtiefe sowie 60 Frames pro Sekunde garantiert zur Verfügung“, fasst Hempel zusammen. „In einer Dual-Head-Version laufen sogar zwei Signale mit dieser Auflösung parallel über ein einziges CAT-Kabel. Damit minimiert sich zudem der Aufwand, den ein Unternehmen in die Infrastruktur stecken muss. Denn neben den beiden Video-Signalen werden Stereo-Audio-Signale in CD-Qualität geliefert.“

Anschluss von USB-Geräten bringt Flexibilität

Für den Anschluss von USB-Geräten gebe es beispielsweise beim ServSwitch DTX noch zwei weitere Kanäle. Über einen werden Speichermedien (Virtual Media) mit Geschwindigkeiten bis etwa 12 MBit/s übertragen. Über den anderen steht ein pseudotransparenter Kanal für den Anschluss eines USB-Smartcard-Lesers, für Grafiktablets, Scanner oder Drucker zur Verfügung. „Dies ist nicht alles nur über die maximale Segmentlänge von 100 Metern mit einer 1-zu-1-Verbindung möglich“, so Hempel weiter. „Bei Verwendung von Ethernet-Switches oder passenden Medienkonvertern ist sogar ein Vielfaches dessen möglich und auch Route-bar – unabhängig davon, ob über Kupfer oder Glasfaser gesendet wird.“

Viele Geräte arbeiten dann auch als dynamischer Extender, ohne die bisher genannten Funktionalitäten einzubüßen. In einem derartigen Szenario befinden sich mehrere Sende- und Empfangsgeräte am Netz. „Über einen ebenso am Netzwerk angeschlossenen Steuer- und Authentifizierungsrechner lassen sich User-Profile einrichten, welche einem Nutzer über das Login – und unabhängig von der verwendeten Empfängereinheit – immer nur die Aufschaltung auf einen festen Rechner ermöglichen“, stellt Hempel heraus. Dies sei mit einer Thin-Client-Architektur vergleichbar, in diesem Fall aber mit der Performance einer High-End-Grafikworkstation.

Hochleistungs-Rechnersysteme mit teurer Lizenzsoftware lassen sich auf diese Weise effizienter nutzen, ohne dass die Benutzer ihren Arbeitsplatz wechseln müssten. Außerdem geschieht dies ohne lizenzrechtliche Probleme, da ja nur die externen Schnittstellen verlängert werden. Zudem ist ein Gruppieren – das sogenannte Pooling – von DTX-Sendeeinheiten einstellbar: Beispielsweise kann ein CAD-Anwender immer den nächsten freien Rechner einer Gruppe aufgeschaltet bekommen. Der Matrix-Modus erweitert den dynamischen Extender-Modus. Einem User-Profil ist dabei nicht nur ein Rechner zugeordnet, sondern eine beliebige Anzahl davon. Sie lassen sich dann mittels On-Screen-Menü selektieren und aufschalten. „Bekannt ist dieser Vorgang aus der analogen Multiuser-Matrix-Umschaltung, allerdings nicht mit deren Limitationen. Bei einem Netzwerk-Switch spielt es keine Rolle, ob es sich um einen Port-Eingang oder -Ausgang handelt“, führt Hempel aus. „Somit ist auch die Matrix nicht in Stufen eingeteilt wie heutige analoge Systeme. Im Gegenteil, sie ist frei skalierbar und wächst in Einser-Inkrementen. Je Rechner benötigt man einen DTX-Sender, je Konsole einen DTX-Empfänger. Dazu jeweils einen Netzwerkport am (Gigabit-) Switch und fertig ist die Erweiterung.“

Abgesehen von der gleichbleibenden Videoqualität über die Distanz sowie den mit einhergehenden Peripheriesignalen bietet die Netz-

Quelle: Black Box Deutschland



Der ServSwitch DTX5002-R überträgt die KVM-Signale bis in entfernte Bereiche (Abb. 2).

werktechnik auch gleich ein Mehrfaches an Ausfallsicherheit. „Sicher kann der Ausfall eines Netzwerk-Switches als solches nicht ausgeschlossen werden“, erklärt der Produktmanager. „Aber klassische Flaschenhälse wie bei der auf einer Baumstruktur basierenden analogen KVM-Matrix sind bei einem Ansatz mit einem DTX unbekannt. Dank der LWL-Übertragungstechnik können auch gebäudeübergreifende Matrizen aufgebaut werden, ohne die Homogenität des Matrix-Systems zu verletzen.“

Ein Steuerrechner, der den Matrix-Modus wie auch den dynamischen Extender-Modus ermöglicht, übernimmt die Aufgaben der Authentifizierung der zugreifenden Anwender. Weiterhin dient der Steuerrechner zur Administrierung des Gesamtsystems. Über ihn werden beispielsweise Aktualisierungen zentral eingespeist und an die Sende- und Empfangseinheiten verteilt. Während derzeit nur interne Authentifizierung möglich ist, sollen externe Authentifizierungsprotokolle (wie etwa LDAP, Lightweight Directory Access Protocol) in absehbarer Zeit folgen und über Updates zur Verfügung stehen. Der Rechner protokolliert alle Ereignisse im Gesamtsystem und zeigt sie dem Administrator auf Wunsch an.

Die Ausrichtung dieser Geräte und ihr Bandbreitenhunger haben auch Auswirkungen auf das Netzwerk. Der Bandbreitenbedarf richtet sich zum einen nach der zu übertragenden Auflösung, und zum anderen nach der Applikation, die letztlich die Änderung des Bildinhaltes bestimmt – und somit das, was an Daten übertragen werden muss. „Während sich bei 1280 × 1024 Bildpunkten und einer Wiederholrate von 60 Hz die benötigte Bandbreite im normalen Office-Betrieb oder Browsen im Mittel nicht über 6 MBit/s bewegt“, so Hempel, „verschlingt das Abspielen einer DVD mit Audio – also kontinuierlichem Vollbildwechsel – im Extremfall bis zu 140 MBit/s. Dieselben Anwendungen mit einer Auflösung und Wiederholrate von 1920 × 1200 und bei 60 Hz verdoppeln diese Werte.“

Anders sehe dies bei der Einspeisung eines analogen VGA-Signals aus, so der Black-Box-Experte, welches im Office-Betrieb statt der bei DVI-D üblichen 6 MBit/s aufgrund des Signalrauschens sogar 32 MBit/s benötige. Für Bewegtbilder ändern sich die Werte nicht, da ein Vollbildwechsel ohnehin das Maximum darstellt. „Abgesehen von der Bandbreite empfehlen sich für den Einsatz des ServSwitch DTX zum Beispiel Netzwerke mit einem Round Trip Delay (RTDs) von weniger als 20 Millisekunden“, gibt Hempel vor. „Das beschränkt die Einsatzgebiete im Wesentlichen auf LAN- oder Campus-Netze. Sollte der DTX im Matrix-Modus verwendet werden und hierbei das gleichzeitige Wiedergeben eines Videosignals auf mehreren Konsolen erforderlich sein, werden Multicast-fähige Switches benötigt.“

Rainer Huttenloher

Totale Ausfallsicherheit ist kaum zu bezahlen

Berechnungsverfahren für die Verfügbarkeit von Rechenzentren

Die Verfügbarkeit von Rechenzentren (RZ) ist ein wichtiges Thema, denn die Daten einer Organisation sind in der Regel der relevanteste Faktor für den Erfolg des Unternehmens. Alle Prozesse in modernen Unternehmen werden über die RZ gesteuert und der Informationsaustausch läuft ebenfalls über diese Knoten. Daher muss man eine Messlatte in Form eines Berechnungsverfahrens bereithalten, um aus einzelnen Kenngrößen die Verfügbarkeit des kompletten RZs ermitteln zu können.

Fällt ein Rechenzentrum (RZ) aus, kommt das für die betreffenden Unternehmen immer einer Katastrophe gleich. Mit einem entsprechenden Aufwand lassen sich allerdings sehr hohe Verfügbarkeiten der RZ realisieren. Doch in diesem Fall steigen auch die Kosten extrem an. Daher gilt es in der Regel, einen passenden Kompromiss aus Hochverfügbarkeit und Bezahlbarkeit zu finden.

Um hier ein passendes Konzept zu entwickeln, muss man bereits in der Planungsphase die Weichen stellen. Ein RZ-Verantwortlicher sollte sich im Vorfeld Gedanken machen, wie die Struktur aussieht und dabei auch eine Erweiterbarkeit und somit einen Skalierungsfaktor in seine Überlegungen mit einbeziehen. Um konkrete Aussagen treffen zu können, ist ein mathematisches Modell nötig. Dabei geht es sozusagen um die Verschaltung der einzelnen Komponenten beziehungsweise Funktionsblöcke des RZs. Es sind Fragen zu klären wie:

- Bauen wir eine redundante Klimaanlage auf oder gleich zwei?
- Setzen wir auf getrennte Stromwege?

Aus diesen Fragestellungen lässt sich dann ein Dimensionierungsmodell abklären und anschließend auch bestimmen, wie die einzelnen Komponenten zu verschalten sind. Dabei kommt die Klassifizierung der RZ ins Spiel.

Das Uptime Institute hat dazu eine Aufteilung in Tier 1 bis 4 definiert (siehe Abbildung 1). Die derzeit wichtigen Klassen sind Tier 2 bis Tier 4. Über die Angaben zur Gesamtverfügbarkeit – darin unterscheiden sich diese Tier-Klassen, lässt sich im Planungsstadium bereits alles durchrechnen. Daraus kann der Planer dann auch errechnen, wieviel Investitionskosten für dieses Konstrukt anfallen.

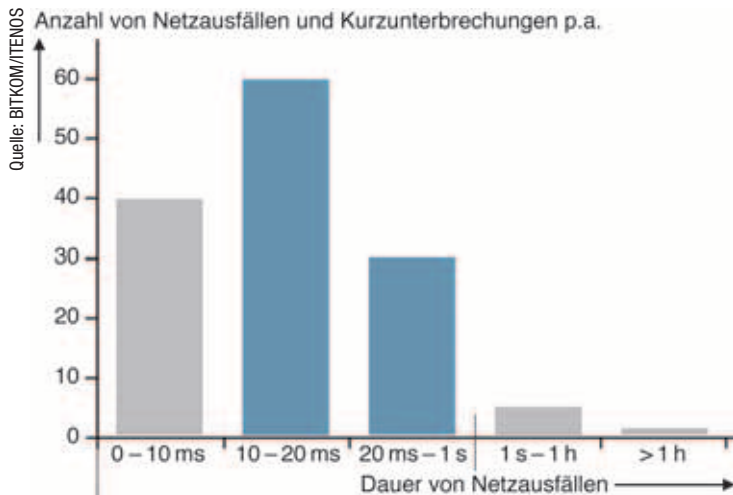
Die Erfahrungswerte aus vielen Projekten zeigen, dass man heutzutage mit einem Investitionskostenfaktor von 3000 Euro pro Quadratmeter RZ-Fläche ausgehen kann. Damit lässt sich dann ein RZ der Tier-2-Klasse (und etwas darüber) aufbauen. Es gibt aber durchaus Projekte mit hohen Verfügbarkeitsanforderungen, die sogar über 10 000 Euro pro Quadratmeter RZ-Fläche Kosten erfordern. Multipliziert mit der entsprechenden Quadratmeterzahl sind dann große Summen zu stemmen. Daher rechnen sich die Überlegungen, wie man einsparen und zugleich die Verfügbarkeit hoch halten kann.

Eine totale Ausfallsicherheit – sprich eine 100-prozentige Verfügbarkeit – ist bei vielen Projekten die Ausgangsforderung. Doch wenn der RZ-Verantwortliche dann sieht, welchen Aufwand das nach sich zieht, bleibt in aller Regel die Gewissheit: Das lässt sich nicht finanzieren. Somit besteht ein Optimierungsbedarf – man möchte das Maximum

Tier-Klassen	Einführung	Erklärung
Tier I	60er-Jahre	einfacher Stromversorgungspfad, einfache Kälteversorgung, keine redundanten Komponenten, 99,671 % Verfügbarkeit
Tier II	70er-Jahre	einfacher Stromversorgungspfad, einfache Kälteversorgung, redundante Komponenten, 99,741 % Verfügbarkeit
Tier III	Ende der 80er	mehrere Pfade vorhanden, aber nur einer aktiv, redundante Komponenten, Wartung ohne Unterbrechung möglich, 99,982 % Verfügbarkeit
Tier IV	1994	mehrere aktive Strom- u. Kaltwasser-Verteilungspfade, redundante Komponenten, fehlertolerant 99,995 % Verfügbarkeit

Quelle: Uptime Institute/TENOS

Die Einteilung von Rechenzentren in Tier-Klassen (Abb. 1)



Statistik zu den Stromausfällen in Deutschland (Abb. 2)

Anzahl der Vorfälle:				136
Intervall	Anzahl [n]	Annahme [sec]	Ausfallzeit [sec]	
0 – 10 msec	40	0,005	0,2	
10 – 20 msec	60	0,015	0,9	
20 msec – 1 sec	30	0,511	5,3	
1 sec – 1h	5	1800	9000	
> 1h	1	3600	3600	
Gesamtausfallzeit [sec]			12616,40	
Gesamtausfallzeit [min]			210,27	
Gesamtausfallzeit [h]			3,50	
Verfügbarkeit			0,999600457	
			99,96%	

Berechnung der Verfügbarkeit des Stromnetzes (Abb. 3)

an Verfügbarkeit für das definierte Investitionsvolumen. Von ITENOS wurden in den letzten Jahren 35 000 Quadratmeter an RZ-Fläche errichtet. Zudem betreibt das Unternehmen auf eigene Rechnung RZ mit insgesamt 25 000 Quadratmetern. Derzeit sind RZ-Projekte mit einem Gesamtumfang von 11 500 in der Planung.

Beim Thema Verfügbarkeit von RZ haben sich die Vorgaben des Uptime Institute als eine Art Leitlinie durchgesetzt. Auch der TÜV Nord setzt bei seinen Zertifizierungen der Verfügbarkeit von RZ auf ein entsprechend vierstufiges Modell. Im Rahmen dieser Projekte hat sich bei ITENOS gezeigt, dass für das Planen von derartigen Projekten das Durcharbeiten aller Informationen des Uptime Institute nicht ausreicht. Um einen ingenieurmäßigen Ansatz zu bekommen, muss man seine Planungen anders ausrichten.

Wichtig dagegen ist nicht allein die Frage nach den Bedrohungsszenarien an sich. Dazu werden in der Klassifizierung zwar 100te von Fragen gestellt. Doch zudem muss die Häufigkeit der Fehler mit einbezogen werden. Dabei gilt es zu ermitteln, was die häufigsten Fehler sind und welche dagegen in der Realität so gut wie nie auftreten. Denn wenn man alle Bedrohungen gleich bewertet, prüft oder optimiert man sich an einer Stelle zu Tode, die so gut wie keine Auswirkung nach sich zieht.

In den letzten Jahren wurden deswegen bei ITENOS Risikoanalysen erstellt. Damit wurde ermittelt, wo die Risiken auftreten und wie sie verteilt sind. Ein Beispiel dafür ist die Häufigkeit von Störungen im Stromnetz. Dabei hat sich gezeigt, dass Störungen mit einer kurzen Dauer recht häufig auftreten. Lange Ausfälle von einer Sekunde bis hin zu einer Stunde sind dagegen nicht so häufig (siehe Abbildung 2). Doch wenn sie dann auftreten, ist der Schaden größer – auch das muss man in den Überlegungen einbeziehen.

Im Hauptrechenzentrum von ITENOS, es liegt im Bereich des Stromversorgungsgebiets von Frankfurt/Main, gab es im Jahr 2009 vier längere Ausfälle. Bei ihnen mussten die Dieselaggregate starten. Insgesamt 12 große Dieselanlagen werden hier vorgehalten. Sie liefern eine Leistung im MW-Bereich. Bei den Fragen der Ausfallzeit darf man allerdings nicht allen Statistiken trauen. Die Stromversorger belegen mit ihren Zahlen, dass unser Stromnetz über das gesamte Jahr rund 20 Minuten nicht verfügbar ist. Dagegen hat der BITKOM andere Werte in petto: Demzufolge ist das Stromnetz an 3,5 Stunden im Jahr nicht verfügbar (siehe Abbildung 2). Daraus resultiert eine Verfüg-

barkeit des Stromnetzes von 99,96 Prozent (Berechnung siehe Abbildung 3). Laut Informationen von ITENOS stammen diese Werte aus dem Jahr 1986, heutige Werte sollen in etwa ähnlich sein. Allerdings gibt es auch innerhalb von Deutschland eine Verteilung der Werte: So soll das Münchener Stromnetz bessere Verfügbarkeitswerte haben als das Frankfurter.

Eine andere Untersuchung aus der Schweiz (mit dem Titel „Strom-effiziente Rechenzentren durch Sensibilisierung über eine transparente Kostenrechnung“, Schlussbericht 10/2008) hat sich anhand empirischer Werte mit der Frage befasst: „Was kostet ein RZ nach Tier 1, 2, 3 oder 4“. Auftraggeber der Studie war das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) aus dem Bundesamt für Energie (BFE). Unterschieden wurde dabei nach den Kapitalkosten, den Bewirtschaftungskosten und den Ausgaben für den Strom. Dass es mit höherer Tier-Klasse teurer wird, wundert nicht. Was aber interessant ist: Der Unterschied von Tier 2 zu Tier 4 entspricht einer Verdoppelung der Gesamtkosten.

Die Redundanzkonzepte

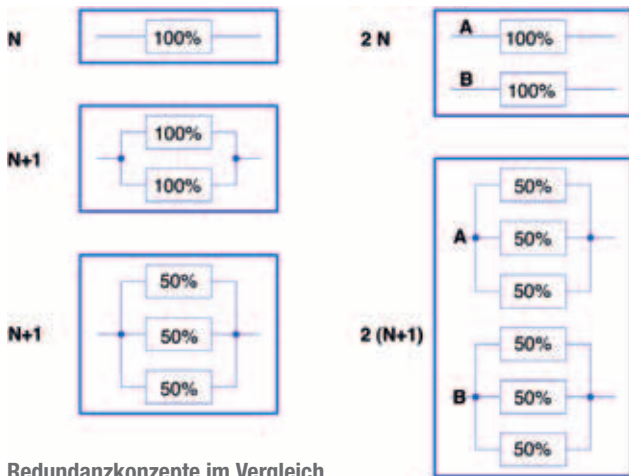
Vor dem Hintergrund dieser Kosten muss man sich zunächst mit den verschiedenen Redundanzkonzepten in Bezug auf ihre Verfügbarkeitswerte und ihre Folgekosten auseinandersetzen. Dazu hat der Branchenverband BITKOM die Stufen

- N,
- N+1,
- N+1 (in kleineren Portionen),
- 2N sowie
- 2(N+1)

unterschieden (siehe Abbildung 4).

Dabei verfolgt man den Ansatz, die Technik eines RZs in einzelne Module aufzuspalten und dann über eine mathematische Vorgehensweise die Verfügbarkeit des kompletten Systems zu berechnen. Die Herausforderung in diesem Fall lautet: Die Verfügbarkeiten der einzelnen Module muss unabhängig von der Verfügbarkeit der anderen Module sein. Das hört sich leicht an, ist in der Realität allerdings schwer umzusetzen.

Dazu ein Beispiel: Angenommen einen Wartungstechniker passiert in allen Modulen bei seinen Arbeiten derselbe Fehler, dann ist zwar



Redundanzkonzepte im Vergleich (Abb. 4)

vom kalkulatorischen Ansatz her eine mathematische Trennung gegeben, doch in der Realität bringt das nichts. Die technischen Module sind so aufzutrennen, dass sie sich an den einzelnen Gewerken orientieren, die im RZ verbaut werden.

Die zweite Vorgabe in diesem Kontext lautet: Die Verfügbarkeit der einzelnen Module muss vorliegen – sprich wie lautet die Verfügbarkeit einer Unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV), wie ist es um die Verfügbarkeit des Stroms bestellt, und so weiter. Diese Ausgangswerte sind für alle Module zu bestimmen.

Dabei sind die folgenden Definitionen zu beachten. Es wird zum einen mit dem Begriff MTBF (Mean Time Between Failure; also die mittlere Zeit zwischen zwei Fehlern, ein Durchschnittswert) und zum anderen mit dem Terminus MTTF (Mean Time To Repair; sprich die mittlere Zeit bis zum Wiederherstellen der Funktionsfähigkeit, ebenfalls ein Durchschnittswert) gearbeitet. Die Availability (abgekürzt A; deutscher Begriff Verfügbarkeit) ergibt sich damit als

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

und die Unavailability (abgekürzt U; deutscher Begriff Nichtverfügbarkeit) entsprechend als:

$$U = \frac{MTTR}{MTBF + MTTR}$$

Will man die Verfügbarkeit in Prozent kalkulieren, ist die folgende Formel angesagt:

$$\text{Verfügbarkeit (in Prozent)} = 1 - \left(\frac{\text{Ausfallzeit}}{\text{Produktionszeit} + \text{Ausfallzeit}} \right) \times 100$$

Bei einer Verfügbarkeit von 99 Prozent ergibt sich danach eine Ausfallzeit von 87,66 Stunden pro Jahr, bei 99,9 Prozent nur 8,76 Stunden im Jahr, bei 99,99 noch 52,6 Minuten pro Jahr und bei den oft zitierten fünf Neunen (99,999 Prozent) immerhin noch 5,26 Minuten pro Jahr. Will man 99,9999 Prozent Verfügbarkeit haben, darf ein Modul im Jahr nur 0,5265 Minuten ausfallen – also knapp 32 Sekunden.

Dabei geben die Hersteller Werte für die Verfügbarkeiten von einzelnen Geräten an. Damit lässt sich vom RZ-Planer für ein Modul seine Verfügbarkeit berechnen – das ist alles noch mit dem Taschenrechner machbar. Mithilfe der entsprechenden Redundanzverschaltung (die Konzepte dazu zeigt die Abbildung 4) lassen sich dann die Verfügbarkeiten für ein Modul bestimmen.

Dazu soll ein Beispiel im Bereich des USV-Moduls die Unterschiede verdeutlichen. Die USV zählt zu den empfindlichsten Modulen im RZ-Design und haben daher auch die größten Auswirkungen auf die

Quelle: BITKOM/ITENOS

Verfügbarkeit des RZs. Deshalb wird der Einsatz einer einzelnen USV heutzutage nicht mehr gemacht.

Bei einem Leistungsbedarf von 120 kVA (Scheinleistung) für die USV führt die redundante (1+1)-Konfiguration dazu, dass zwei große USV mit je 120 kVA anzuschaffen sind. Die Verfügbarkeit für dieses USV-Modul hat dann laut Herstellerangaben eine MTBF von 600 000 Stunden und eine MTTR von 6 Stunden. Daraus ergibt sich eine Verfügbarkeit von 99,999 Prozent.

In einer anderen Konfiguration mit vier USV, die jede 40 kVA liefert und in einem (3+1)-Ansatz verschaltet ist, lauten die Werte für die MTBF 500 000 Stunden und die MTTR liegt bei einer halben Stunde. Daraus errechnet sich eine Verfügbarkeit von 99,9999 Prozent. Aus Sicht der Verfügbarkeit ein deutlicher Vorsprung für die (3+1)-Konfiguration.

Diese Berechnungen muss der RZ-Planer für alle Module im RZ ausführen. Dazu gehören die Netzanbindung, die Netzersatzanlagen, die Niederspannungshauptverteiler, die USV, die Unterverteilung sowie die Klimaanlage. Die Ausgangsdaten dazu sind in Abbildung 5 zu sehen.

Um nun die einzelnen Module miteinander zu kombinieren, ist die Mathematik gefordert. Dazu finden der Multiplikationssatz der Wahrscheinlichkeitsberechnung (auch als UND-Verknüpfung bekannt) und der Additionssatz der Wahrscheinlichkeitsberechnung (die ODER-Verbindung) Anwendung (siehe Abbildung 6). Schaltet man zwei Einzelverfügbarkeiten von 0,9 in Reihe, ergibt sich eine Gesamtverfügbarkeit von 0,81. Bei der Parallelschaltung von zwei 0,9-Verfügbarkeiten kommt es dagegen zu einer Gesamtverfügbarkeit von 0,99. Generell werden entweder die Nichtverfügbarkeiten multipliziert oder die Verfügbarkeiten – je nach Verschaltung. Hier erkennt man dann auch, dass es den berüchtigten „Single Point of Failure“ zu vermeiden gilt.

In Abbildung 7 ist ein Beispiel zu sehen, an dem man die Verfügbarkeit eines RZs leicht durchrechnen kann. Es sind die Module Trafo, Generator, USV-Block (mit der A- und B-Schiene der Stromversorgung/Unterverteilung), die Klimaanlage (in redundanter Konfiguration) zu sehen. Dabei kommt es zu einer Verfügbarkeit von 99,994 Prozent.

A_{Netz}	0,99960046 [BIT 2008]
U_{Netz}	0,00039954 [BIT 2008]
A_{NEA}	0,995 [UB 9/89]
U_{NEA}	0,005 [UB 9/89]
A_{NSHV}	0,9999943 [UB 6/86]
U_{NSHV}	0,0000057 [UB 6/86]
A_{USV}	0,99683772 [BIT 2008]
U_{USV}	0,00316228 [BIT 2008]
$A_{\text{USV } n+1}$	0,99999 [BIT 2008]
$U_{\text{USV } n+1}$	0,00001 [BIT 2008]
A_{UV}	0,9999943 [UB 6/86]
U_{UV}	0,0000057 [UB 6/86]
A_{Klima}	0,994 [MS 2009]
U_{Klima}	0,006 [MS 2009]
$A_{\text{Klima } n+1}$	0,999964 [MS 2009]
$U_{\text{Klima } n+1}$	0,0000360 [MS 2009]

Quelle: ITENOS

Ausgangswerte für die Teilverfügbarkeiten von RZ-Modulen (Abb. 5)

Multiplikationssatz der Wahrscheinlichkeitsrechnung (UND)

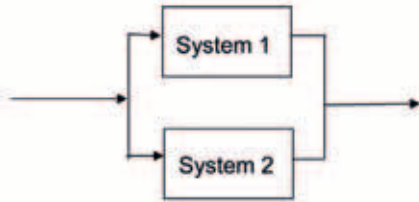


Bsp. 1:
 $A_{SYS1} = 0,9$
 $A_{SYS2} = 0,9$
 $A_{GES} = A_{SYS1} \times A_{SYS2} = 0,9 \times 0,9 = 0,81$

Berechnungsformeln für die Ausfallwahrscheinlichkeiten (Abb. 6)

$$A_{GES} = A_{SYS1} \wedge A_{SYS2}$$

Additionssatz der Wahrscheinlichkeitsrechnung (ODER)



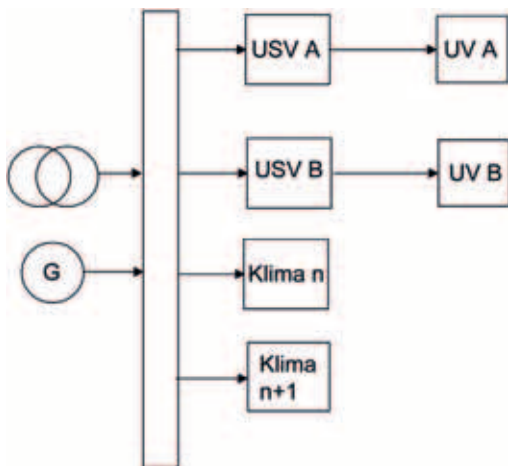
Bsp. 2:
 $A_{SYS1} = 0,9$
 $A_{SYS2} = 0,9$
 $A_{GES} = 1 - U_{SYS1} \times U_{SYS2} = 1 - (1 - 0,9) \times (1 - 0,9) = 0,99$

$$A_{GES} = A_{SYS1} \vee A_{SYS2}$$

$$1 = A + U$$

Anwendung der obigen Sätze nur bei Unabhängigkeit der Systeme voneinander!

Quelle: ITENOS



Beispiel:
 $A_{Netz} = 0,99996$
 $A_{NSHV} = 0,9999943$
 $A_{USVn} = 0,996837722$
 $A_{UV} = 0,9999943$
 $A_{Kliman+1} = 0,999964$

Verfügbarkeitsberechnung für ein Beispiel-RZ (Abb. 7)

$$A_{GES} = (A_{Netz} \vee A_{GEN}) \wedge A_{NSHV} \wedge ((A_{USVA} \wedge A_{UVA}) \vee (A_{USVB} \wedge A_{UVB})) \wedge A_{Kliman+1}$$

$$= 0,99994$$

$$\Rightarrow 99,994\%$$

Quelle: ITENOS

Mit einer entsprechenden Berechnung lässt sich für jedes RZ die eigene Konstellation ausrechnen. Diese Werte nutzen dabei nicht nur dem Techniker. Auch die juristischen Fragen, etwa wenn es um die Schadensbewertung geht, lassen sich diese Werte – nachvollziehbar – verwenden. Dabei besteht Revisionsicherheit, und ein Kunde kann gut verstehen, wenn man zum Beispiel einen redundanten Zweig aus der Konfiguration entfernt. Des Weiteren zieht das Auswirkungen zum Beispiel auf die Einordnung des RZs in Bezug auf die Tier-Klassen nach sich.

Der Knackpunkt für den Einsatz dieses mathematischen Modells ist der Unterschied zwischen der logischen Kapselung der einzelnen Module in der Theorie und der Praxis. Denn viele Schnittstellen erweisen sich in der Realität als fließend, zudem bringt die Anzahl der Schnittstellen zwischen den Modulen einen Unsicherheitsfaktor

ins Spiel. Daher sind Abweichungen vom mathematischen Modell zu erwarten. Bei ITENOS hat man hierzu eigene Erfahrungswerte gesammelt.

Insgesamt überwacht ITENOS etwa 1,5 Millionen Messpunkte in seinen Projekten und hat daraus die Verfügbarkeitswerte dieser Anlagen ermittelt. Dabei sind RZ nach Tier 2, Tier 3 und Tier 4 enthalten. Aus diesen realen Werte zeigt sich: Die Abweichung von der Mathematik und den theoretischen Werten liegen im 2- bis 3-tausendstel Prozentbereich – und zwar hin zum besseren.

Rainer Huttenloher
 Dieser Beitrag basiert auf einem Vortrag der Firma ITENOS auf der iX-Konferenz zum Thema Rechenzentrumsbetrieb und Verkabelung in Neuss 2010.

Rechenzentrum und Infrastruktur – Komponenten, Kabel, Netzwerke

Die nächste Verlagsbeilage erscheint mit der *iX*-Ausgabe 11/2010 am 21. Oktober 2010. Dabei ist unter anderem das folgende Thema geplant:

Austausch alter USV-Anlagen: Die Optimierung von Energie- und Betriebskosten ist das elementare Ziel von Rechenzentrumsverantwortlichen. Denn dort übersteigen die Kosten für Energie zum Teil die des Equipments. USV-Anlagen machen in diesen Umgebungen etwa fünf bis zehn Prozent des Gesamtverbrauchs aus – also ein nicht zu unterschätzender Faktor bei Einsparungsvorhaben. Moderne USV-Anlagen mit erhöhtem Wirkungsgrad und weitere Lösungen für das Power-Management bieten hierfür eine Reihe von praktikablen Möglichkeiten.

Eine transformatorlose Technologie mit sogenannten IGBTs (Insulated Gate Bipolar Transistors) im Gleichrichter und im Inverter reduziert die Netzrückwirkung ohne zusätzliche Trafos oder Filter. Allerdings waren trafolose IGBT-Systeme lange Zeit nur bei USV-Anlagen im niedrigen Leistungsbereich realisierbar. Seit einiger Zeit ist es möglich, dass USV-Systeme mit bis zu 1100 kVA transformatorlos arbeiten.

Wirkungsgrade von bis zu 99 Prozent erreicht man zum Beispiel mit der ESS (Energy Saver System)-Technologie von Eaton. Hier über-

Quelle: Eaton



Zur Energy Advantage Architecture gehören das VMMS (Variable Module Management System) und das ESS (Energy Saver System) – beide Module sind für die USV Eaton 9395 verfügbar.

wacht ein integrierter Erkennungsalgorithmus kontinuierlich die Qualität des eingehenden Stroms. Wenn Spannung und Frequenz des Eingangsstroms eine akzeptable Güte haben, wird die Eingangsspannung ungefiltert an die Last weitergegeben. Sinkt die Qualität ab, wird der USV-Wechselrichter nahezu unterbrechungsfrei zugeschaltet. Dieser erzeugt dann eine saubere Ausgangsspannung.

Impressum

Themenbeilage Rechenzentren & Infrastruktur

Redaktionsbüro Huttenloher

Telefon: 088 56/99 75, Fax: 088 56/99 76, E-Mail: rhu@heise.de

Verantwortlicher Redakteur:
Rainer Huttenloher (088 56/99 75)

Autoren dieser Ausgabe:
Mario Bäcker, Rainer Huttenloher, Jörg Poschen, Thomas Weible

DTP-Produktion:
Enrico Eisert, Wiebke Preuß, Matthias Timm, Hinstorff Verlag, Rostock

Korrektur:
Wiebke Preuß

Fotografie:
Martin Klauss Fotografie, Despetal / Barfelde

Technische Beratung:
Duc-Thanh Bui

Verlag
Heise Zeitschriften Verlag GmbH & Co. KG, Postfach 61 04 07,
30604 Hannover; Helstorfer Straße 7, 30625 Hannover;
Telefon: 05 11/53 52-0, Telefax: 05 11/53 52-129

Geschäftsführer:
Ansgar Heise, Steven P. Steinkraus, Dr. Alfons Schröder

Mitglied der Geschäftsleitung:
Beate Gerold

Verlagsleiter:

Dr. Alfons Schröder

Anzeigenleitung (verantwortlich für den Anzeigenteil):

Michael Hanke (-167), E-Mail: michael.hanke@heise.de

Stellv. Anzeigenleiter und Ltg. International:

Oliver Kühn -395, E-Mail: oliver.kuehn@heise.de

Assistenz:

Stefanie Frank -205, E-Mail: stefanie.frank@heise.de

Anzeigendisposition und Betreuung Sonderprojekte:

Christine Richter -534, E-Mail: christine.richter@heise.de

Anzeigenverkauf:

PLZ-Gebiete 0–3, Ausland: Oliver Kühn -395, E-Mail: oliver.kuehn@heise.de,
PLZ-Gebiete 8–9: Ralf Räuber -218, E-Mail: ralf.raeuber@heise.de
Sonderprojekte: Isabelle Paeseler -205, E-Mail: isabelle.paeseler@heise.de

Anzeigen-Inlandsvertretung:

PLZ-Gebiete 4–7: Karl-Heinz Kremer GmbH, Sonnenstraße 2,
D-66957 Hilst, Telefon: 063 35/92 17-0, Fax: 063 35/92 17-22,
E-Mail: karlheinz.kremer@heise.de

Teamleitung Herstellung:

Bianca Nagel

Druck:

Dierichs Druck + Media GmbH & Co. KG, Kassel

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlages verbreitet werden; das schließt ausdrücklich auch die Veröffentlichung auf Websites ein.

Printed in Germany

© Copyright 2010 by Heise Zeitschriften Verlag GmbH & Co. KG

Die Inserenten

Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich. Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

Huber + Suhner	www.hubersuhner.de	S. 5
Intel	www.intel.de	S. 6, 7

IP Exchange	www.ip-exchange.de	S. 28
Raritan	www.raritan.de	S. 17
Rittal	www.rittal.de	S. 14, 15
Stulz	www.stulz.de	S. 2
Thomas Krenn	www.thomas-krenn.de	S. 27

EINZIGARTIG

UNIFIED STORAGE KOMPLETTSYSTEM

Überzeugen Sie sich vom SC846 Storage-Server
mit NexentaStor™ Zertifizierung

NexentaStor™

- Basierend auf Open Solaris und ZFS
- Selbstheilendes Stagesystem
- Einfaches Management über intuitive Weboberfläche
- Unübertroffene Datenintegrität und -konsistenz aufgrund des transaktionsbasierten Zugriffs
- Perfekte Integration von SSD Technologie
- Nahtlose Einbindung in VMware, XenServer und Hyper-V Umgebungen
- Energiesparend dank Efficientline Technologie



Server individuell konfigurieren: www.thomas-krenn.com/sc846



Thomas-Krenn.AG®
Speed is (y)our success



JETZT NEU! Flächendeckendes Händler- und Servicenetz
in der Schweiz: www.thomas-krenn.com/ch

Business Class

Rechenzentren

Outsourcing für Serverstrukturen, von individuellen Stellflächen bis full managed Hosting



Outsourcing

Housing

Hosting

Management

Netzbetrieb

Consulting

24/7 Service

Datentransport

global CDN

Streaming

Archivierung

Virtualisierung



*Sprechen Sie mit uns über Ihre Anforderungen
für den **sicheren** Betrieb Ihrer IT Systeme in
erstklassigen deutschen Serverstandorten*

IP Exchange ist einer der führenden Anbieter sicherer Rechenzentrumsflächen für Outsourcing in Deutschland. Wir sind darauf spezialisiert den höchsten Standard physischer Sicherheit und betrieblicher Stabilität zu gewährleisten. Ein modulares Produktspektrum passt sich an die spezifischen Kundenwünsche an, bietet dauerhaft Flexibilität und wirtschaftlich effiziente Rahmenparameter. Von reiner IT Fläche bis hin zu full managed IT Ressourcen werden in den Standorten Nürnberg und München ausschließlich B2B Kunden auf einer Nutzfläche von über 10.000qm mit Dienstleistungen und 24/7 Service betreut. Des Weiteren berät, plant, baut und betreibt IP Exchange ganze dedizierte Rechenzentren und Serverräume im Kundenauftrag an strategischen Standorten in ganz Europa – oder direkt im jeweiligen Unternehmen. Gerne beraten wir Sie unverbindlich über Kosten- & Aufwandsminimierung bei gleichzeitiger Effizienzsteigerung Ihrer Serverstrukturen bei zukünftigen Migrationsvorhaben und Budgetgestaltungen.

