

# RECHENZENTREN UND INFRASTRUKTUR

## KOMPONENTEN, KABEL, NETZWERKE

Zertifizierte  
Hochverfügbarkeit

**Verkabelung:**  
Zertifikat sichert  
Qualität

Seite 4

**Standardisierung:**  
40/100 GbE kommt  
im Juni für  
Glasfaserkabel

Seite 7

**RZ-Zertifizierung:**  
Balance zwischen  
Verfügbarkeit und  
Energieeffizienz

Seite 10

**Brandschutz:**  
Frühzeitiges Erkennen  
vermeidet Schäden

Seite 13

**Raumkühlung:**  
Gezielt investieren  
sorgt für kühle  
Rechner

Seite 16

**Stromverteilung:**  
Durchgängige Messung  
ist notwendig

Seite 18

**Klimatisierung:**  
Optimierung  
schafft Erweiterungsmöglichkeiten

Seite 20

**Anwenderbeispiel:**  
Thermalmanagement  
bei Blade-Servern

Seite 24

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/nexentastor\\_sc846](http://www.thomas-krenn.com/nexentastor_sc846)

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



**JETZT NEU!** Flächendeckendes Händler- und Service-  
netz in der Schweiz: [www.thomas-krenn.com/ch](http://www.thomas-krenn.com/ch)

# Leichtsinn und Gewohnheit hebeln Sicherheit aus



**F**ür die meisten Unternehmen stellen die Informations- und Kommunikationssysteme das Rückgrat für ihr erfolgsorientiertes Handeln dar. Fällt diese Infrastruktur aus, ergibt sich eine existenzbedrohende Situation für das Unternehmen. Untersuchungen haben gezeigt, dass von Jahr zu Jahr die Wahrscheinlichkeit steigt, dass ein Unternehmen gänzlich vom Markt verschwindet, wenn es einen Totalausfall der IT-Systeme zu beklagen hatte.

Die Gründe dafür sind sehr vielschichtig. Der zeitkritische Zugriff auf die IT, ein hoher Vernetzungsgrad in den Geschäftsprozessen und auch das Thema Online-Business führen zu einem Anstieg an die Verfügbarkeitsanforderungen der IT. Nach vielen Jahren der weitläufigen Verteilung der Rechner-Ressourcen – im Client-Server-Modell – zeichnet sich die Trendwende ab: Die Zentralisierung der geschäftskritischen Systeme in Rechenzentren (RZ) und der Einsatz von Virtualisierungstechniken führt zu einer weiteren Erhöhung der notwendigen Verfügbarkeiten im Data Center.

In einem derartigen Szenario sollte ein Unternehmen die oberste Priorität auf die Verfügbarkeit seines Rechenzentrums liegen. Wer auf Nummer Sicher gehen möchte, der kann sein RZ aus diesem Blickwinkel zertifizieren lassen. Dabei kommt es aber nicht nur auf die technischen Parameter an – auch die Betriebsprozesse sind passend festzulegen und auch zu überwachen. Es hilft das beste Zutrittskontrollsystem nichts, wenn bei einem Alarm die Überwachungszentrale nicht besetzt ist oder wenn die Security-Mitarbeiter am Bildschirm sehen, dass ein „bekanntes Gesicht“ einen Notausstieg geöffnet hat, um eine Zigarette zu rauchen.

Ein weiterer Aspekt, der bei Zertifizierungen in der Realität immer wieder aufkommt: das Thema Brandschutz. Auf der Eintages-Konferenz von Heise Events zu den Themen Verkabelung und Rechenzentrums-Infrastruktur lautete die Aussage des Referenten vom TÜV Informationstechnik, dass nur in den seltensten Fällen alle Brandschotts korrekt geschlossen sind. Und auch das Thema Brandlasten in Rechnerräumen wird sträflich vernachlässigt: Papier-Manuals oder auch Kabeltrommeln mit Verkabelungsmaterialien haben im Rechnerraum nichts zu suchen.

Damit das eigene Personal sich dieser Gefahren bewusst ist, kann nur eines helfen: Üben, üben und nochmals üben. Denn nur wer bei einer „Trockenübung“ die richtigen Handgriffe ausführen kann, der ist in der Lage, im Katastrophenfall – und mit entsprechend höherem Druck – die notwendigen Handlungen zu tätigen. Denn trotz aller Fortschritte im Bereich der Technik: Noch lassen sich nicht alle Aktionen automatisch ausführen.

*Rainer Huttenloher*

PS: Falls Sie zu diesem Thema Expertenwissen aus der Praxis interessiert, sollten sie sich unsere Eintages-Konferenzen nicht entgehen lassen: Die nächste Veranstaltung findet am 18. Mai 2010 in Neuss statt. Mehr Infos dazu unter:

[www.rechenzentren-infrastruktur.de](http://www.rechenzentren-infrastruktur.de)

# Qualitätssicherung für die Verkabelung

## Zertifikat zielt auf definierte Qualität bei Verkabelungsprojekten

Hochverfügbarkeit für die Datennetze beginnt bereits bei der physikalischen Infrastruktur – den Verkabelungssystemen. Aufgrund der steigenden Übertragungsraten auf den Kupfer- oder Glasfaserkabeln müssen die Planer und Installateure bei derartigen Projekten eine fachliche Qualifizierung aufweisen. Mit der Bildungsinitiative der Netzwerkindustrie – BdNI – tritt eine Institution an, die sich der Ausbildung und Zertifizierung im Verkabelungsbereich verschrieben hat. Damit ebnet sie für Verkabelungsexperten den Weg, um eine Zertifizierung zum GIV-Sachkundigen (Gebäude, Infrastruktur, Verkabelung) vom VdS (Verband der Schadensversicherer) zu erhalten.

Die Planung, das Errichten und das Prüfen von Verkabelungsanlagen gilt als eine Disziplin, in der große technologische Fortschritte beherrscht werden müssen. Das Ziel derartiger Projekte ist das Bereitstellen einer dienstneutralen Verkabelungsstruktur für die Informations- und Telekommunikationstechnik. Traditionell widmen sich drei Gattungen von Dienstleistern dieser Aufgabe: das klassische Handwerk, der Elektrotechnik-Bereich und Firmen, die aus der traditionellen Telefonie stammen.

Heutzutage zeichnen sich allerdings einige Problembereiche ab: Die Übertragungsgeschwindigkeiten auf den Kabeln steigen enorm an, mittlerweile handelt es sich dabei um sehr hochfrequente Gebilde. In Deutschland hat sich generell der Einsatz von geschirmter Verkabelungstechnik etabliert. Daher treten auch Herausforderungen bei der Erdung und den Potenzialausgleichsanlagen in den Vordergrund. Und nicht zuletzt kommen aufgrund des Einsatzes im industriellen Umfeld

weitere Störpotenziale aber auch Applikationen in die Netzwerke. Trotz dieser vielschichtigen Anforderungen muss die physikalische Infrastruktur dies alles beherrschen, damit die Anwendungen sauber darauf laufen können.

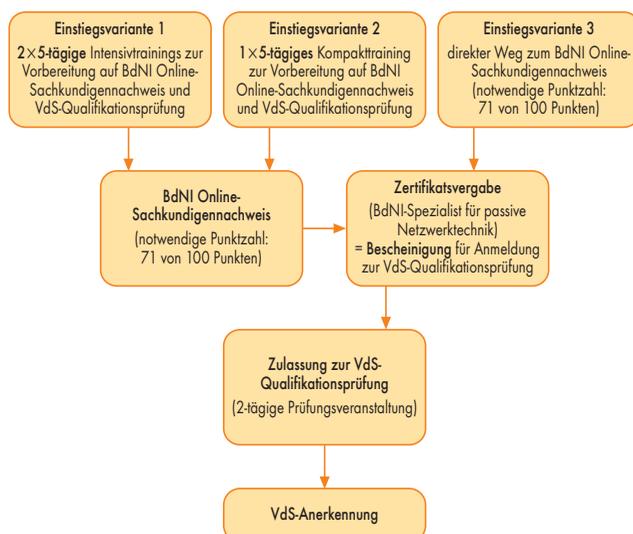
### Hochfrequenz verträgt kein Halbwissen

Vor diesem Hintergrund erscheint es als sehr gefährlich, wenn bei den hochfrequenten Kommunikationsnetzen, die auch sehr empfindlich gegenüber Störeinflüssen sind, keine Fachleute aktiv sind. „Aktuelle Gutachten zeigen“, so Manfred Gerlach, Leiter der BdNI Akademie, „dass speziell in derartigen Projekten, wo es auf das perfekte Zusammenspiel zwischen Elektrotechnik und klassischer Netzwerkinfrastruktur ankommt, häufig mit gefährlichen Halbwissen gearbeitet wird.“

Es gibt zwar in vielen Bereichen eigene Zertifizierungen der Hersteller zum Einsatz ihrer Produkte, doch dies reicht nicht aus. „Das beste Produkt kann im Einsatz ruiniert werden, wenn die Installationsqualität nicht stimmt oder wenn Fehler in der Planung vorliegen“, gibt Gerlach zu bedenken. Für ihn beginnt die Verantwortungskette schon beim Architekten: „Trassierung, Kabelwege und so weiter müssen bereits eingeplant sein. Sonst gibt es in der Ausführung große Probleme.“

Doch ein wichtiges Argument spielt gegen diese Logik. Unternehmen und Behörden versuchen massiv Kosten einzusparen und sehen häufig nicht ein, welchen Vorteil sie haben, wenn ihre Mitarbeiter weiter qualifiziert werden. Bei den Projektleitern und Planern zeichnet sich ein anderes Problem ab: Aufträge gehen in Subunternehmer-Ketten. Das soll zunächst eine Kosteneinsparung bringen, weil oft mit Niedriglöhnen und wenig qualifizierten Mitarbeitern zum Beispiel das Verlegen der Kabel erfolgt. „Qualifizierte Fachunternehmen können oftmals aus Kostengründen den Kabelzug nicht mehr selbst realisieren“, zieht Gerlach Bilanz.

Doch ein derartiges Konzept müsse bei hochfrequenten Gebilden scheitern. „Das war früher beim Verlegen einer Telefonzweidraht-Leitung, die man einfach nur in einen Kabelkanal legen musste, noch anders. Heute geht es um hochfrequente Konstrukte, die Frequenzen steigen. Da kehren sich die vermeintlichen Vorteile schnell ins Gegenteil um – kostspieliges Nacharbeiten wird zum Regelfall“, urteilt Gerlach.



Über mehrere Einstiegsversionen ist die VdS-Anerkennung zu erreichen (Abb. 1).

Quelle: BdNI

Das kann sich auch erst nach den Abnahmemessungen auswirken und dann treffen die Probleme das Anwenderunternehmen mit voller Wucht.

Aus den Erfahrungen von Projektleitern fasst Gerlach zusammen: „Eine Reihe von Problemen tritt recht häufig auf: Die Datenleitungen sind entweder zu lang oder zu kurz, sie werden falsch beschriftet – also generelle Dokumentationsfehler – oder die Biegeradien werden nicht eingehalten, die Zugkräfte sind zu hoch, oder aber es sind sogar Beschädigungen von Kabelummantelungen zu verzeichnen.“ Des Weiteren treten nach seiner Erfahrung auch Störungen der Anlagen nach der Inbetriebnahme auf, etwa aufgrund fehlerhaft implementierter Potenzialausgleichsanlagen. Sein Credo lautet in diesem Kontext: „Ein entsprechend qualifizierter Mitarbeiter schließt die Probleme bereits im Vorfeld aus.“

Vor diesem Hintergrund tritt die BdNI an. Ihre Mitglieder stammen aus dem messtechnischen Bereich, dazu zählen auch Hersteller von Komponenten der Kupfer- und optischen Übertragungstechnik. Des Weiteren sind auch Unternehmen vertreten, die im industriellen Bereich aktiv sind und die sich mit dem Überspannungsschutz in Gebäuden oder USV-Technik generell auseinandersetzen.

Bei verschiedenen Gewerken – etwa bei der Installation der Stromversorgung in einem Gebäude – ist eine gewisse Qualifizierung der Installateure gesetzlich vorgeschrieben. Die BdNI wollte dazu auch für die Installation der IT-Infrastruktur eine Art Gütesiegel/Zertifizierung einführen. Deswegen wurde die BdNI Akademie gegründet. „Für uns war die Auslegung auf reale Installationsbedingungen und einen großen praktischen Teil in der Prüfung/Zertifizierung unverzichtbar“, erläutert Gerlach das Konzept. „Mittlerweile hat auch der VdS das BdNI-Konzept für gut befunden und bezieht das IT-Thema mit ein. Dazu wurde vom VdS die Sachkundigen-Richtlinie VdS 3117 veröffentlicht – offiziell bezeichnet als Sachkundiger zu Planung, Errichtung und Prüfung von Kommunikationskabelanlagen.“

Gerlach erkennt derzeit einen Fachkundigen-Mangel im Verkabelungsbereich. „Absolventen unserer Akademie werden händeringend gesucht, gefragte Bereiche sind neben der Verkabelung vor allem auch die Unterbrechungsfreien Stromversorgungen.“ Seine Argumentation für die Weiterbildung bei der BdNI Akademie sieht er durch die rasante technische Weiterentwicklung gestärkt: „Unternehmen be-

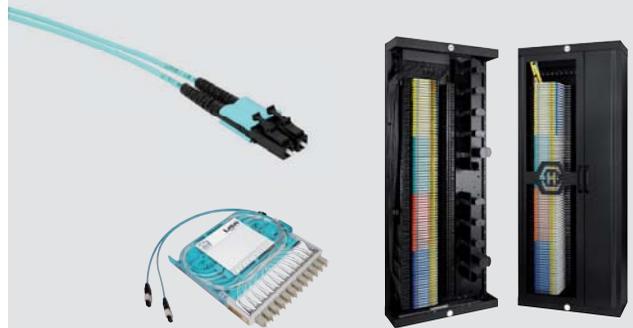
## LEHRINHALTE BDNI-AUSBILDUNG

Es geht bei der BdNI-Ausbildung um die Verkabelung in Gebäuden und auf einem Campus, Weitverkehrsstrecken werden nicht mit behandelt.

- Grundlagen zu den DIN EN 50173 und 50174 (Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen in Gebäuden),
- Praxistraining: Aufbau von Kupfer-Übertragungsstrecken und zugehörigen Abnahmemessungen,
- Lichtwellenleiter: Technologie und Messtechnik in Kommunikationskabelanlagen,
- Praxistraining: Aufbau von Lichtwellenleiter-Übertragungsstrecken plus Abnahmemessungen;
- Planung, Dokumentation und Prüfung von Kommunikationskabelanlagen in Gebäuden, Erweiterungsbauten machen oftmals Probleme in Bezug auf Brandschutz und IT-Sicherheit. Dieses Thema wird aber nur am Rande angesprochen.
- Power over Ethernet (PoE) und POEplus: Einfluss auf die Datenverkabelung steht noch nicht im Fokus, allerdings werden die Lehrinhalte weiterhin flexibel an die Anforderungen seitens der Anwender-Unternehmen angepasst.



«Zukunftssichere Technologie vom Fiberoptik-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



Quelle: Dätwyler

**Gebäudeverkabelung folgt dem Systemgedanken. Die Infrastruktur muss dienstneutral ausgelegt werden (Abb. 2).**

kommen damit eine günstige Möglichkeit, Sachkundige und damit auch den entsprechenden Wissenshintergrund am Markt zertifiziert anbieten zu können.“ Dabei sieht er die Qualifizierung des Fachpersonals von der Planung bis hin zur Abnahme der Verkabelungsinfrastruktur als seine Aufgabe.

Mit dem VdS arbeitet die BdNI eng zusammen. Der Schadensverband hat mittlerweile in einem Gemeinschaftsprojekt eine Richtlinie für GIV-Sachverständige (GIV steht für Gebäude, Infrastruktur und Verkabelung) erstellt und dabei die Anregungen von der BdNI übernommen. Dabei bildet das BdNI-Zertifizierungsprogramm die Ausbildungsgrundlage und stellt zudem die Voraussetzung der abschließenden VdS-Zertifizierungsprüfung dar. Nach bestandener VdS-Zertifizierung bekommt der Absolvent den Titel eines „Sachkundigen für Planung, Errichtung und Prüfung von Kommunikationskabelanlagen“ – kurz als GIV-Sachkundiger bezeichnet.

Der Zugang zu diesem Anerkennungsverfahren steht natürlichen Personen offen, die Kommunikationskabelanlagen hauptberuflich planen, errichten oder prüfen, die nach VDE 1000-20 als Elektrofachkräfte gelten, die eine zeitnahe berufliche Erfahrung von mindestens fünf Jahren auf dem Gebiet der Elektroinstallation beziehungsweise der Kommunikationstechnik aufweisen, die zudem mindestens ein Jahr auf dem Gebiet der Installation von anwendungsneutralen Kommunikationskabelanlagen besitzen und entsprechend in einem dazu ausgestatteten Unternehmen beschäftigt sind, das die Tätigkeit des GIV-Sachverständigen verantwortet.

In der Realität sieht Gerlach bei vielen Fachleuten noch Nachholbedarf: „Die Normen 50173 und 50174 sind in vielen Aspekten nicht richtig verstanden. Oft wird zwar auf diese Normen verwiesen, doch das reicht nicht – die Norm muss auch eingehalten werden.“ Hier sei eine klare Wunschliste nötig, wie das Netz auszuführen ist – oder kon-

kreten Fragen seien zu beantworten, wie etwa: „Wie viel Dezibel Dämpfung darf die Glasfaserstrecke haben? Wie muss das gesamte System aufgebaut sein? Welche Reserven sind notwendig?“ Denn die Norm benennt immer nur die untersten Anforderungen. Je nach den Diensten, die im Unternehmen betrieben werden sollen, ist die Frage zu klären, wie die Performance der Verkabelung aussehen soll.

Für die Zulassung zum VdS-Anerkennungsverfahren bietet die BdNI eine Ausbildung an. Sie soll sicherstellen, dass Sachkunde erreicht wird, sprich dass der Background der Experten stimmt: Dazu wird der Sachkundigen-Nachweis über einen Onlinetest abgelegt. Dabei vertraut die BdNI auf das Prometric-Testinstitut, das zum Beispiel aus den herstellerspezifischen Ausbildungen von Microsoft oder Cisco her bekannt ist.

Um für Experten, die bereits seit längerer Zeit Netzwerke einrichten und die Erfahrung aus vielen Projekten mitbringen, den Einstieg in das Zertifizierungsverfahren zu erleichtern, hat die BdNI auch Sonderformen definiert. Zu diesen Einstiegsversionen gehören zum Beispiel Intensivseminare über zweimal fünf Tage mit einem hohen Praxisanteil oder aber die noch kürzere Variante mit einem fünftägigen Kompaktkurs. Er umfasst die Themen Kupferverkabelung, Glasfaserverkabelung, Messtechnik, OTDR-Messung, Abnahmemessungen und schließt eine Onlineprüfung mit ein. Nach bestandener Prüfung – der Kandidat muss 71 Prozent der maximalen Punktzahl erreichen – erhält der Teilnehmer zunächst ein Zertifikat als BdNI-Spezialist für passive Netzwerktechnik.

Danach kann die eigentliche VdS-Prüfung erfolgen. Sie findet an zwei Tagen statt und besteht aus einer dreistündigen schriftlichen Prüfung. Darauf folgen die praktischen Prüfungen, dabei sind vor allem Analysemessungen gefragt, bei denen jeder Teilnehmer sein eigenes Gerät mitbringen kann. „Dann müssen sich die Kandidaten nicht mit ungewohnten Tools herumschlagen, sondern können ihr gewohntes Werkzeug einsetzen“, nennt Gerlach als Vorteil. „Doch die Messtechnik sollte kalibriert sein. Hier ist oftmals – vor allem bei Geräten von Verleihfirmen – eine sehr schlechte Qualität der Messgeräte zu verzeichnen. Alte Software/Firmware-Stände, Standards, die nicht mehr gültig sind, verschlissene Messkabel, die gar keine saubere Messung zulassen – all das tritt immer wieder auf. Nach der zweitägigen Prüfung ziehen sich die Prüfer des VdS zurück und werten die Ergebnisse aus.“

Für die Kosten der VdS-Anerkennung hat man für einen Teilnehmer bei der Erstanerkennung eine Prüfungsgebühr von 1200,- Euro zu veranschlagen. Diese Anerkennung bleibt für vier Jahre gültig. Für die Onlineprüfung zum BdNI-Sachkundigen fallen 300,- Euro an, dazu kommen noch die vorbereitenden Trainingskurse (Wochenkurs mit 1200,- Euro) oder der Zweiwochenkurs (etwa 2400,- Euro). „Die Unternehmen sollen nicht überfordert werden“, lautet die Devise von Gerlach. „Das muss bezahlbar bleiben, zumal die Mitarbeiter während der Trainings- und Prüfungszeiten nicht im Unternehmen zur Verfügung stehen.“ Zudem sei auch eine teilweise Kostenübernahme (50 Prozent) durch regionale Förderprogramme der EU möglich. Das wird bei Unternehmen aus Baden-Württemberg gleich von den Kosten abgerechnet. „Das bedeutet wenig administrativen Aufwand für die Unternehmen“, erklärt Gerlach.

Den Anwender-Unternehmen rät Gerlach, diese Zertifizierungsaktionen zu unterstützen: „Unternehmen und Behörden sollten es zur Bedingung machen, dass ein Sachkundiger im Projekt präsent ist und dass die ausführenden Leute durch die BdNI oder den VdS zertifiziert sind. Ein sachkundiger Ansprechpartner muss immer im Projekt beteiligt sein. Das gehört zu den Ausschreibungen.“

*Rainer Huttenloher*

## GRÜNDE FÜR EINE QUALIFIZIERUNG

- Vermeiden von Netzwerkfehlern und Reklamationen,
- unsachgemäße Installationen werden ausgeschlossen,
- erhöhte Geschäftschancen,
- höhere Kundenbindung und
- Anerkennung der Systemgarantien durch die BdNI-Mitgliedsfirmen

# Videokommunikation frisst verfügbare Bandbreiten

## Hochgeschwindigkeit-Ethernet zieht ins Rechenzentrum ein

Schon im Juni 2010 will die 40/100 GbE-Taskforce beim IEEE-802.3 den nächsten Standard verabschieden. Doch die Optionen von Kupferkabeln als Übertragungsmedium bei 40 und 100 Gigabit Ethernet schwinden. Als bevorzugte Verkabelungsinfrastruktur empfiehlt sich die Multimode-Glasfaser (als OM4- oder OM3-Fasern). Im Bereich der Stecksysteme gewinnen Multifiber-Connectoren an Bedeutung.

**H**ohe Übertragungsgeschwindigkeiten auf der Verkabelungs-Infrastruktur sind nötig, um den Bandbreitenhunger der Dienste künftig zu stillen. Die Autoren der Studie des amerikanischen Bret Swanson & George Gilder Discovery Institute erwarten bis zum Jahr 2015 sogar 50-mal mehr Datenverkehr im Internet als 2008. Vor allem Anwendungen wie Videokonferenzsysteme, wie sie etwa von Cisco angeboten werden, sind ein Grund dafür.

Dätwyler setzt zum Beispiel ein derartiges System ein, um Besprechungen zwischen dem Stammsitz in der Schweiz und einzelnen Standorten in Deutschland abzuhalten. Dabei erzeugt eine Konferenzstunde 6,75 GByte an Daten. Dazu erfreuen sich weitere Anwendungen wie Internet-Telefonie (Skype), das Streaming in Multicast-Technik wachsender Beliebtheit. Und bei allen Applikationen stehen enorme Datenmengen zur Übertragung an: Die erforderlichen Kapazitäten etwa für

eineinhalb Stunden TV-Fernsehfilm in HD-Qualität sind mit 25 GByte zu veranschlagen. Aber auch grafische Anwendungen, wie Google Maps oder Google Earth, stellen hohe Anforderungen an das Transfervolumen.

Aber auch beim Datenverkehr innerhalb eines Gebäudes beziehungsweise über einen Campus steigen die Transfervolumina. Schuld daran sind in erster Linie neben den neuen Diensten die ausufernden Größen von einzelnen Dateien: Waren bei den ersten Word-Versionen zu MS-DOS-Zeiten noch sehr geringe Dokumentgrößen zu vermelden, so schaffen heutige Berichte aufgrund ihres „multimedialen Charakters“ locker die MByte-Grenze. Die Speichertechnologie hat sich daran ausgerichtet. Der Anwender kann mittlerweile komplette professionelle Datenbanken auf einem Memory Stick ablegen. Und für die nahe Zukunft zeichnen sich schon SDXC-Karten von 32 GByte bis hin zu 2 TByte ab, Blu-Ray-Disks (Dual Layer) kommen auf 50 GByte Kapazität. Damit

### STANDARD BEI MULTIMODE-GLASFASER

Die OM-Klassifizierung für Glasfaserkabel im Bereich Multimode stellt sich wie folgt dar:

OM-Klassifizierung nach IDO/IEC 11801	Multimode-Fasertyp	Modale (LED) Bandbreite (MHz×km) für 850/1300 nm	Effektive modale (Laser) Bandbreite (EMB MHz×km) bei 850 nm	typische Applikationsgeschwindigkeit
OM1	62,5/125 (oder 50/125)	200/500	–	10 bis 100 MBit/s
OM2	–	500/500	–	ab 1 GBit/s
OM3	50/125	1500/500	2000	ab 10 GBit/s
OM4	–	3500/500	4700	10, 16, 40 und 100 GBit/s

Quelle: Corning/Dätwyler

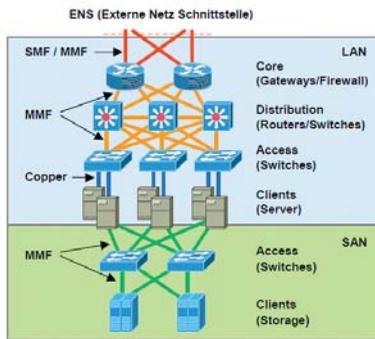
### AKTUELLER STAND DER NORMIERUNG BEI 40/100 GIGABIT ETHERNET

Vom Normierungsinstitut IEEE wurde unter der Bezeichnung IEEE 802.3ba folgende Interfaces spezifiziert:

Medium	Glasfaser			Kupfer	
Reichweite	40 km	10 km	100 m	10 m	1 m
Technologie	Singlemode OS1	Singlemode OS1	Multimode OM3	Twinax Cat.7	Backplane
40 GbE	–	40 GBase-LR4 (4×10 Gbit/s)	40 GBase-SR4 (4×10 Gbit/s)	40 GBaseCR4 (4×10 Gbit/s)	40 GBase-KR4 (4×10 Gbit/s)
100 GbE	100GBase-ER4 (4×25 Gbit/s)	100GBase-LR4 (4×25 Gbit/s)	100GBase-SR10 (10×10 Gbit/s)	100GBase (10×10 Gbit/s)	–

Quelle: Corning/Dätwyler

LAN im Data Center	
• Ethernet	
• Heute	1, 2, 4, 8 und 10 GbE
• Morgen	40, 100 GbE
• Fiber Optic	
• Heute	OS2 / OM3
• Morgen	OS2 / OM3 / OM4
• LC-Duplex und MPO	
• Copper	
• Kat. 6 <sub>A</sub> / Kat. 7 <sub>A</sub>	
SAN im Data Center	
• Fiber Channel	
• Heute	2 und 4 GbFC
• Morgen	8 und 16 GbFC
• Heute	OM3
• Morgen	OM3 / OM4
• LC-Duplex und MPO	



Quelle: Dätwyler

So wird die Verkabelungsstruktur in einem Rechenzentrum künftig aussehen. SMF steht für Singlemode-Faser, MMF für Multimode-Faser (Abb. 1).

wird diese Datenmenge für die Anwender zu einem sehr gängigen Format – und das müssen dann die Verkabelungs-Infrastrukturen und die Storage-Systeme im Unternehmen auch schaffen.

Die Entwicklung der Ethernet-Normierung startete unter der Bezeichnung 802.3 bereits 1983 (10Base-5 auf Koaxialkabel) – mit Über-

tragungsraten von 10 MBit/s. 1988 war dann eine Erweiterung auf BNC-Koaxialkabel (10Base-2) normiert und darauf folgte 1990 die Norm 802.3i mit Twisted-Pair-Kabeln und RJ-45-Steckern (Cat 5 Kupferkabel, 100 MHz Signalfrequenz auf dem Kabel). Der nächste Sprung der Übertragungsraten fand 1995 statt: 100 MBit/s über Twisted-Pair-Kupferkabel (nach wie vor Cat 5) stand mit der Bezeichnung 100Base-TX zur Verfügung. Immer noch war die Cat-5-Verkabelung ausreichend. Dann folgten Specs für Glasfaserkabel mit 100Base-FX (802.3u ebenfalls 1995). Die nächste Entwicklungsstufe mit 1 GBit/s wurde dann 1998 mit 802.3z und den Bezeichnungen 1000Base-SX und 1000Base-LX für Glasfaserkabel realisiert. 1999 folgt dann diese Geschwindigkeitsstufe auch für Twisted-Pair-Kupferkabel mit RJ-45-Stecker: 802.3ab lautete die Norm und 1000Base-T die Bezeichnung für diese Generation. Doch bei der Kategorisierung der Kabel reichte Cat 5 nicht mehr aus. Die Spezifikation wurde zu Cat 5e modifiziert. Sie hatte ein 3 Dezibel (dB) schärfer gefasstes NEXT-Verhalten (Nahnebensprechen) um die Übertragung sicherzustellen. Vom generellen Konzept blieb Cat 5 bestehen, es wurden nur acht Kupferadern spezifiziert. Im Jahr 2002 wurde die nächste Geschwindigkeitsgeneration eingeläutet: Mit 802.3ae wurden 10 GBit/s zunächst für Glasfaserstrecken normiert (10GBase-SR, -SW, -LR, -LW, -ER, -EW und -LX4). Mit der Norm 802.3an folgte dann 2006 10GBase-T für Twisted-Pair-Kupferkabel und dem RJ-45-Stecker. Allerdings reichten die Kupferkabel-Kategorien Cat 5E und Cat 6 (mit 250 MHz

## KEIN SPEZIALWERKZEUG FÜR DIE INSTALLATION NÖTIG

Ein Kabelführungssystem für Glasfasern hat das Schweizer Verkabelungsunternehmen Reichle & De-Massari herausgebracht: das Raceway-System. Es eignet sich für die separate und geschützte Kabelführung in Rechenzentren und zentralen Verteilerstandorten der Netzbetreiber und ist in Doppelböden genauso wie oberhalb der Racks einsetzbar. Die Module des Raceway-Systems lassen sich in Schnapperverbindungen zusammenfügen. Spezialwerkzeug für die Montage ist dabei unnötig.

Raceway Systeme nehmen die Glasfasern am Hausübergabepunkt beziehungsweise am Gebäudeeintritt auf und leiten sie separat durch die ungeschützten Bereiche des Gebäudes in die Verteilerräume und operativen Zonen. Ebenso sorgen sie für eine geschützte Kabelführung im Doppelboden oder auch oberhalb der Rack-Reihen für die Verteilerstationen, Server- und Speicherbereiche. Die Raceway-Installation muss in diesen Bereichen einerseits den Rundumschutz für die sensiblen Glasfaserkabel übernehmen. Andererseits hat sie flexibel genug zu sein, um die häufigen Veränderungen und Ergänzungen der Verkabelung zu unterstützen.

Um Planung, Bestellung, Lagerhaltung und Montage zu vereinfachen, konzentriert sich das Sortiment auf eine überschaubare Anzahl von Komponenten: Das System besteht im Wesentlichen aus Hauptkanälen, Kreuzungen, Bögen und Abgängen, die einen faserschonenden Biegeradius bis zu 40 Millimetern sicherstellen. Das Kabelführungssystem gibt es in sechs Größen, die 150 bis 6000 Jumper- beziehungsweise Rangierkabel aufnehmen. Die Kabelabgänge lassen sich an beliebigen Stellen eines Hauptkanals anbringen, ohne ihn zu unterbrechen oder aufzuschneiden.

Das Raceway-System lässt sich mit bestehenden Kabelführungen und den am Markt verbreiteten Systemen kombinieren. Die Module bestehen aus bruch- und schlagfestem PC/ABS-Kunststoff. Das Material ist halogenfrei, flammhemmend, frost-, hitze- und lichtbeständig und resistent gegen elektrische Schläge.



Quelle: Reichle & De-Massari

Hauptkanäle, Kreuzungsmodul und Reduzierstücke, wie sie im Raceway-System zum Einsatz kommen



Quelle: Reichle & De-Massari

Führung von Glasfaserkabeln zu den Racks

Signalfrequenz) nicht mehr aus. Es musste 500 MHz auf dem Kabel geschafft werden, daher gab es mit Cat 6<sub>A</sub> eine neue Kategorie, die bis 500 MHz auf Kupferkabeln schafft. Damit kann man auf bis zu 100 Metern Länge 10 GbE übertragen. Bei der Normierung wurde auch noch Cat 6A eingeführt – das liefert aber eine schlechtere Performance als Cat 6<sub>A</sub> (beim NEXT-Parameter für den Channel). Damit darf man beide Bezeichnungen nicht verwechseln.

Die Standardisierung für 40 und 100 GBit/s im Bereich der 802.3-Norm erfolgt in der P802.3ba-Taskforce seit 2007. Es soll im Juni 2010 ein Standard verabschiedet werden – so das Gremium bei der Sitzung am 8. März 2010. Als vorrangiges Übertragungsmedium wird dabei auf die Glasfaser gesetzt. Es muss mit technischen Tricks und Kniffen gearbeitet werden, um derartig hohe Übertragungsraten zu beherrschen. Dabei liegt der Fokus auf der Multimode-Faser OM-3, die sich für Übertragungslängen von bis zu 100 Metern eignet. Für größere Entfernungen ist die Singlemode-Faser vorgesehen.

Dem Kupferkabelbereich wird bei 40 und 100 GBit/s Kupfer keine wichtige Rolle mehr zufallen. Die maximale Übertragungslänge bei derartig hohen Transferraten wird auf nur mehr 10 Meter beschränkt. Das eignet sich lediglich für die Verbindungen zwischen zwei Gestellreihen im Rechenzentrum oder aber oder zwischen zwei Baugruppen innerhalb eines Racks. Allerdings schafft man das nicht mehr mit Twisted-Pair-Kabel, sondern man muss über parallele Twinax-Leitungen gehen. Dagegen erlaubt die Spezifikation auf Platinen oder im Backbone eines Geräts noch auf Kupferleiterbahnen einen Übertragungsweg von maximal einem Meter.

Die Standardisierer im IEEE 802.3 setzen zurzeit im Draft auf parallele Fasern, von denen eine jede mit je 10 GBit/s schafft – bei vier parallelen Leitungen gibt das die gewünschten 40 GbE. Verfolgt man bei 100 GbE denselben Ansatz, werden zehn derartige Fasern nötig. Doch das führt zu Platzproblemen bei den Steckern (Konnektoren), die mehrere Fasern in einem Stecker aufnehmen können. MPO-Stecker gelten derzeit als die erste Wahl.

Im Segment der Glasfasern ist die OM3-Faser nicht das Ende der Evolution: Mittlerweile ist die OM4-Faser definiert: Ihr großer Unterschied zur Vorgängerfaser: Ein noch größeres Bandbreiten-Längen-Produkt mit 4700 MHz × km, bei 850 nm Wellenlänge der Faser. Als maximale Übertragungsstrecken für 40/100 GbE sind für die OM3-Faser mit parallelen Steckern 100 Meter vorgesehen. Die neue Faser-Generation soll 125 Meter schaffen, neueste Aussagen sprechen sogar von 130 Metern. Das reduziert die maximale Übertragungslänge gegenüber 10 GbE: Da sind für OM4 ganze 550 Meter und für OM3 immerhin noch 300 Meter spezifiziert.

Auch wenn die Normierung den Einsatz der neuen Verkabelungstechnologie noch für dieses Jahr vermuten lässt, so wird sich das nur für Telecom-Carrier oder im Bereich Höchstleistungsrechner anbieten. Denn anfangs sind die Preise noch viel zu hoch, für die breite Masse der Anwender erscheint das uninteressant – da ist der Einsatz von 10 GbE – notfalls gebündelt – die preiswertere Alternative. Experten gehen davon aus, dass es noch drei bis vier Jahre, bis zumindest 40 GbE „bezahlbar“ zur Verfügung steht.

Die Zukunft der Kupferkabel im Bereich 40 und 100 GbE verdunkelt sich. Dabei gilt der Stromverbrauch als der wesentliche Grund, warum bei den höheren Geschwindigkeiten die Glasfaser massive Vorteile aufweist. Bei 100 MBit/s war der Leistungsverbrauch bei den aktiven Komponenten für Kupferleitungen denen für Glasfasern noch überlegen (250 mW für Senden/Empfangen bei Kupferkabel im Vergleich dazu bei der Glasfaser 600 mW). Doch mit zunehmender Übertragungsgeschwindigkeit bekommt Glasfaser Vorteile. Bei der Geschwindigkeitsstufe von 10 GbE sind für Kupfer bereits zehn Watt nötig, bei Glasfaser

## NOMENKLATUR DER 40/100 GIGABIT-ETHERNET-INTERFACES

Die Bezeichnung der Gigabit-Ethernet-Interfaces folgt einem bestimmten Schema. Für die 40-Gbit-Varianten gibt es die folgenden Optionen (40G steht für 40 Gbit/s und Base für Baseband):

- 40GBase-CR4: C für Copper, R für 64B/66B-Kodierung, 4 für 4 Lanes (Pfade)
- 40GBase-KR4: K für Backplane, R für 64B/66B-Kodierung, 4 für 4 Lanes (Pfade)
- 40GBase-LR4: L für Long, R für 64B/66B-Kodierung, 4 für 4 Lanes (Pfade)
- 40GBase-SR4: S für Short, R für 64B/66B-Kodierung, 4 für 4 Lanes (Pfade)

Für die 100-Gbit-Varianten gibt es die folgenden Möglichkeiten (100 G steht für 100 Gbit/s und Base für Baseband):

- 100GBase-CR10: C für Copper, R für 64B/66B-Kodierung, 10 für 10 Lanes (Pfade)
- 100GBase-ER4: E für Extra Long, R für 64B/66B-Kodierung, 4 für 4 Lanes (Pfade)
- 100GBase-LR4: L für Long, R für 64B/66B-Kodierung, 4 für 4 Lanes (Pfade)
- 100GBase-SR10: S für Short, R für 64B/66B-Kodierung, 10 für 10 Lanes (Pfade)

lediglich zwei Watt. Der Grund für diesen Unterschied liegt in der notwendigen Logik, die die Signalqualität beim Empfang bei Kupferleitungen heraufheben muss. Denn das ankommende Nutzsinal geht auf den Kupferkabeln förmlich im Rauschen unter. Insgesamt ist das Signalübersprechen größer als die Amplitude des Nutzsinals. Das muss der Empfänger aufbereiten und die entsprechenden Signalzustände erkennen. Das kostet dann Rechenleistung und letztendlich die zehn Watt – schon bei 10 GbE. Zwar wird damit gerechnet, dass die Halbleiter-Entwicklung die Leistungsaufnahme künftig noch reduziert (bis 2018 bei gleicher Weiterentwicklung der Technologie), doch das wird wohl nicht ausreichen, um diese Unterschiede in der Stromaufnahme zu kompensieren.

Das Thema Twisted-Pair-Kupferkabel im Bereich von 40/100 GbE wird derzeit in der IEEE nicht angegangen. Experten sind sich einig, dass mit ungeschirmter Verkabelung (UTP, Unshielded Twisted Pair) das nie zu schaffen sein wird. Die technischen Parameter wie etwa das Übersprechen und das Einsprechen vom Nachbarleitungen (Alien NEXT) sind damit nicht zu beherrschen. Allerdings haben Cat-7-Kabel theoretisch eine Chance, mit einer Signalfrequenz von 1,2 GHz wäre 40 GbE über Cat 7A theoretisch machbar. Allerdings muss man sich dann vom RJ-45-Stecksystem verabschieden. Aus heutiger Sicht wären Optionen dazu verfügbar: Tera, GG 45 (siehe dazu auch den Beitrag in Ausgabe 1/2010 von Rechenzentren und Infrastruktur, ab Seite 7) beziehungsweise ARJ-45 (kompatibel zum GG45, siehe dazu auch den Beitrag in Ausgabe 1/2010 von Rechenzentren und Infrastruktur, ab Seite 4) sowie EC7. Ein weiteres Argument gegen der Einsatz von Kupferkabeln im Hochgeschwindigkeitsbereich ist die Längenbeschränkung auf zehn Meter mit einem Twinax-Kabel.

*Rainer Huttenloher*

# Zertifizierung sorgt für sichere Infrastrukturen

## Kompromiss zwischen Hochverfügbarkeit und Energieeffizienz ist nötig

Für die Zertifizierung von Rechenzentren in Hinblick auf die Verfügbarkeit in verschiedenen Tier-Klassen des Uptime Institut gibt es in Deutschland Alternativen. Eine liefert die TÜV Informationstechnik (TÜVIT), eine Tochter des TÜV Nord, mit der Trusted Site Infrastructure. Rechenzentrums-Verantwortliche sollten wissen, welche Gründe für eine derartige Zertifizierung sprechen, und welche Bereiche dabei geprüft werden.

**D**ie Gefahren für die IT lauern in vielen Bereichen. Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) hat in den IT-Grundschutzkatalogen vier Gefährdungskategorien aufgeführt:

- Höhere Gewalt, dazu gehören Überschwemmungen (Wasser), Feuer oder Blitz,
- organisatorische Mängel, wie zum Beispiel nachlässige oder gar unzureichende Zutrittsregelungen für schutzbedürftige Räumlichkeiten,
- technisches Versagen, hier sind der Ausfälle der Stromversorgung oder von vorhandenen Sicherheitseinrichtungen zu nennen sowie
- vorsätzliche Handlungen, wie Diebstahl, unbefugtes Eindringen oder Sabotage.

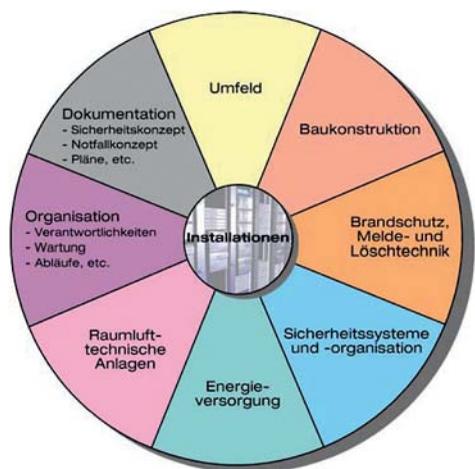
Um diesen Gefährdungen Herr zu werden und um zudem noch eine Einschätzung des jeweiligen Gefährdungspotenzials zu bekommen, brauchen Unternehmen ein umfassendes – ganzheitliches – Schutzkonzept. Dabei müssen die Aspekte für die Infrastruktur – also die physische Sicherheit – mit der organisatorischen sowie mit der informationstechnischen Sicherheit zusammenspielen. Dazu ist aber eine systematische Untersuchung vor allem in den Bereichen der organisatorischen sowie der informationstechnischen Sicherheit nötig. Ein Instrumentarium, um diese Herausforderungen in den Griff zu bekommen, stellt das Zertifizierungsprogramm zur „Trusted Site Infrastructure“, das die TÜV Informationstechnik (TÜVIT), eine Tochter der TÜV NORD Gruppe, entwickelt hat.

Bei jeder Zertifizierung stellt sich die Frage nach welchen Kriterien diese Prüfung erfolgt. Es gibt im IT-Bereich viele Ansätze, wie etwa die Energieeffizienz, Verfügbarkeit oder auch die Einhaltung von Regularien wie etwa das Signaturgesetz. Bei der Rechenzentrums-Zertifizierung sollte sich der Verantwortliche immer zuerst fragen, wonach – sprich nach welcher Grundlage – überprüft wird und wer diesen Prozess ausführt. Zertifizieren an sich ist kein feststehender Begriff, das kann prinzipiell jeder machen. Wichtig ist die Bedeutung des jeweiligen Zertifikats – es steigt in der Wertigkeit je nachdem, wer das Zertifikat ausstellt und mit der Anerkennung und Wichtigkeit der Grundlagen, nach denen geprüft wird. Im Falle der Rechenzentren treten bei der Zertifizierung in Bezug auf die Energieeffizienz und die Hochverfügbarkeit Zielkonflikte auf – somit ist ein möglichst guter Kompromiss gefragt.

Die Zertifizierung von Rechenzentren haben sich verschiedene Gruppierungen auf die Fahne geschrieben. Im deutschsprachigen Raum sind einige Anbieter aktiv, die TÜVIT bereits seit 2002 mit dem TSI. Dazu gehört ein „TSI-Katalog“, der sich laut Aussage von Joachim Faulhaber, stellvertretender Bereichsleiter im Bereich IT Infrastructure des TÜVIT, mittlerweile als ein De-facto-Standard etabliert hat. Als Mitbewerber tritt noch der TÜV Saarland mit „TKIT das geprüfte Rechenzentrum“ auf. Zudem ist noch das BSI mit den einschlägigen Grundschutzkatalogen zu nennen, darunter auch Sicherheit der RZ-Infrastruktur. Prinzipiell ist der IT-Grundschutz verwandt mit dem was TÜVIT offeriert.

Im Markt sehr agil ist auch der eco-Verband mit seinem Star-Audit. Er verfolgt damit allerdings einen anderen Ansatz als etwa TSI und setzt viel auf das Beantworten der Fragen zu den verschiedenen Verhältnissen im RZ. Eine weitere Standardisierung in diesem Umfeld ist die Norm ISO 27001. Sie eignet sich gut für den Betrieb des Rechenzentrums. Doch diese Prüfung konzentriert sich vor allem auf das Informationssicherheitsmanagement, die organisatorische Sicherheit. Dagegen bleiben Fragen, wie etwa ob der Code des Zutrittsverfahrens schon seit Jahren kompromittiert ist, außen vor. Aber auch wenn „der TÜV“ schon im Rechenzentrum war, hat das oft ein Missverständnis zur Folge. Denn wenn der „normale TÜV“ Geräte abnimmt, rangiert das unter dem Produktsicherheitsgesetz. Dabei geht es in erster Linie um den Personenschutz – Safety. Dagegen kümmert sich die TSI um die Sicherheit – Security.

International gesehen hat sich die Tier-Einteilung des Uptime Institute nach Tier-Klassen etabliert. Der amerikanische Anbieter hat nach Einschätzung von Faulhaber im deutschsprachigen Raum noch kein einziges RZ zertifiziert. Er ist vor allem in den USA/Kanada aktiv und



Quelle: TÜVIT

Das sind die acht Bewertungskriterien für die TSI-Zertifizierung (Abb. 1).

hat zwei RZ in UK und eins in Italien zertifiziert. Doch im allgemeinen „Marketing-Sprachgebrauch“ wird mit der Tier-Klassifizierung oft vor schnell argumentiert: In der Tiefe hat man den Ansatz der Tiers gar nicht richtig ergründet, man zieht nur einzelne Begriffe aus dem Kontext. So geben zum Beispiel manche Hersteller von USV-Anlagen oder Klimatisierungsgeräte Empfehlungen, nach dem Motto: „Wenn die Konzeption das Muster XY verfolgt, dann ergibt das – automatisch – die Tier-Klasse 2 oder 3“. Doch das ist nur die halbe Wahrheit. Es reicht nicht aus, einzelne Tabellen aus einschlägigen White Papers zu zitieren, in denen geschrieben steht: Tier 3 entspricht  $2n+1$ , oder Tier 4 ist  $2(n+1)$ . Im Grunde genommen steckt hinter dem jeweiligen Tier wesentlich mehr.

Viele Unternehmen fragen sich nach dem Warum für die Rechenzentrums-Zertifizierung. Es geht zum einen darum, einen Nachweis zu bekommen, dass das Rechenzentrum nach dem Stand der Technik geplant und gebaut wurde. Nun bedeutet der Terminus „Stand der Technik“ auch, dass eine dynamische Komponente mit ins Spiel kommt – die Technik entwickelt sich weiter. Daher sollte eine Erstzertifizierung erfolgen und nach einem Zeitraum etwa von zum Beispiel zwei Jahren ist die Prüfung zu aktualisieren. Dazu gilt ein Katalog mit Fragestellungen als notwendig, der vom Zertifizierer aktuell gehalten wird und der den momentanen Stand der Technik widerspiegelt.

Generell ist eine Zertifizierung sinnvoll, wenn ein RZ-Betreiber Vertrauen für seine Kunden aufbauen muss. Hier sind vor allem Hoster- und Colocation-Anbieter zu nennen. Zum Beispiel hat der Flughafen München zwei RZ vom TÜVIT zertifizieren lassen, denn der Betreiber möchte die RZ-Dienstleistungen auch anderen Unternehmen offerieren. Ein weiteres Argument für eine Zertifizierung ist der Aspekt „Vertrauensnachweis gegenüber überwachenden Institutionen“. Angenommen ein Colocation-Anbieter hat für fünf Unternehmen die IT in seinem RZ stehen und ein jeder Revisor der fünf Firmen macht andere Vorschriften für den RZ-Betreiber. Mit einer Zertifizierung kann er diese fünf Anforderungen – die unter Umständen sogar teilweise konträre Aussagen haben, aushebeln, denn ein entsprechendes Zertifikat macht diese Einzelforderungen obsolet.

Der Katalog des TÜVIT verwendet eine Level-Einteilung – ähnlich wie die Tiers des Uptime Institut. Es gibt beim TÜVIT vier Level – das ähnelt den vier Tier-Klassen. „Vor zwei Jahren wurde der TSI-Katalog publiziert. Dann kam er in das Bewusstsein der Leute und langsam wurden die TSI-Level in den Ausschreibungen eingearbeitet – etwa TSI-Level 2 oder 3“, berichtet Faulhaber. „Mittlerweile reichen RZ-Planungs- und Ingenieurbüros auch ihre Pläne für ein neues RZ vorab beim TÜV ein, um die Planungen im Vorfeld schon überprüfen zu lassen.“

Daraus ergibt sich ein weiteres Segment für einen Zertifizierer: die Entwurfsplanungsprüfung. Zum Beispiel haben das Bundeswirtschaftsministerium ein Level-3-RZ für den elektronischen Pass, die deutsche Bahn eine Level-3-RZ sowie das Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik ihre Planungen nach TSI prüfen lassen. Laut Faulhaber zeichnet sich hier ein Trend ab: „In letzter Zeit haben wir mehr Umsatz mit Entwurfsplanungsprüfung gemacht als mit der TSI-Zertifizierung.“ Aufgrund dieser Entwicklung sieht er den TSI-Katalog auf einem guten Weg: „Er hat sich zu einem De-facto-Standard, wie BITKOM-Tabellen, der BITKOM Leitfadens oder Tier-Klassen, entwickelt.“

Doch die Ausrichtung beim TSI geht weiter. Zuerst wurden die Grundschutzkataloge des BSI ausgewertet und das Prinzip übernommen. Daraus erfolgte eine Einteilung und dazu die Definition der Gefährdungen. Daraus wurden dann Maßnahmen vorgeschlagen. Weitere Ansätze für die TSI stammen aus den DIN-Normen und den Unterlagen des Verbands der Schadensversicherer (VdS). In Kooperation mit den großen RZ-Planern werden aktuelle Entwicklungen diskutiert und die neuen Kataloge über-

nommen. Vor allem den Informationen des VdS vertraut Faulhaber: „Die Schadensversicherer bekommen viele Rückmeldungen von Schäden und bauen entsprechende Vorkehrungen in ihre Regularien wieder ein.“

Der TSI-Katalog teilt sich in acht Bewertungsbereiche auf:

- Standortfrage: Es gibt kein hochverfügbares RZ am Elbufer oder an erdbebengefährdeten Orten. Generell formuliert: Ein schlechter Standort kann nie zu einem Level-3-RZ führen.
- Baukonstruktion: Hier sind die Aspekte Wasserschutz, Raumaufteilung, Blitzschutz, Erdungsanlage und mechanische Einbruchhemmung zu nennen.
- Brandschutz: Dabei geht es um Melde- und Löschanlagen, Brennen im, am und um das RZ herum. Die Umgebung ist ebenfalls wichtig, da die Rauchgase korrosiv sind und selbst bei einer Abschottung des RZs in Nebenräumen wie dem USV-Raum die Systeme gefährden können. Auch Rauchsaugsysteme zur Brandfrühkennung sind hier ein Faktor.
- Sicherheitssysteme: Gefordert sind zum Beispiel Zutrittskontrollanlagen nach VDS 2311 Klasse 3 und Einbruchmeldeanlage.
- Energieversorgung: Wichtige Bereiche sind bei diesem Punkt die USV, der Netzersatz, Überspannungsschutz, die Trassenverläufe aber auch die Absicherung der Trassen (etwa gegen Sabotage, Brand oder mechanische Gefährdungen).
- Raumlufttechnische Anlagen: Klimatisierung der Räumlichkeiten plus Redundanzen.
- Technische Organisation: definierte Abläufe und Verfahrensanweisungen, für die Betriebsmannschaft.
- Dokumentation: Dazu zählen Pläne, Schemata und Analysen (Bedrohung, Notfallkonzept).

Um ein interdisziplinäres Vorgehen zu gewährleisten, holt der TÜVIT die Experten für die Bereiche Brandschutz, Kältetechnik und so weiter aus den anderen Tochterunternehmen des TÜV Nord. Der Katalog hat derzeit 141 Anforderungen zu den acht genannten Aspekten. Die Energieversorgung mit 33 Anforderungen ist dabei sehr wichtig, ebenso die Standortthematik.

Im Prüfkatalog steht allerdings nicht, „sie müssen 250 Meter weg von der Straße sein“, sondern beispielsweise: „Straßen mit Gefahrgutverkehr sind zu vermeiden“. Deswegen komme, so Faulhaber, manchmal Kritik auf – den dem Motto: „Sagt doch genau, was ihr wollt“. Doch derart exakt formulierte Vorgaben müssen auch nicht sein. Es wird vielmehr vorgegeben, in welche Richtung man denken soll, erklärt Faulhaber: „Ein Beispiel könnte lauten: Ist eine Straße fünf Kilometer entfernt, dann ist alles ok und dieser Punkt wäre abgehakt. Was passiert aber, wenn 50 Meter entfernt eine Autobahn verläuft und täglich fahren Gefahrgut-Lastkraftwagen, die im Falle einer Havarie ein besonderes Risiko darstellen. Bei einer Entfernung von nur 50 Metern zur Autobahn ist aber auch die Bauweise des RZs wichtig. Liegt das RZ beispielsweise unter der Erdoberfläche, ergibt sich eine andere Einschätzung als wenn es in höheren Stockwerken residiert.“ Somit verfolgt der TSI-Katalog eine andere Herangehensweise – ein Herantasten an den jeweiligen Fall und leitet daraus eine Risikoeinschätzung ab. „Hier könnte man zum Beispiel eine Unfallstatistik, inklusive einer Straßennutzfrequenz einbeziehen. Aber auch ein Straßenverlauf mit vielen Kurven führt zu einer anderen Bewertung oder aber wenn sich ein anderer Baukörper zwischen Autobahn und RZ befindet“, erklärt Faulhaber. „Sprich es gibt viele Freiheiten für den RZ-Betreiber, um die Bedenken auszuräumen – damit haben wir einen sinnvollen und flexiblen Ansatz.“

Deswegen sieht Faulhaber in dem eingeschlagenen Weg eine gute Lösung. Zudem setzt er auf Prävention, um Gefahrenpotenziale zu reduzieren: „Bei jeder Anforderung und bei jedem Gewerk gibt es zum

Beispiel das Prädikat Hochverfügbarkeit immer nur dann, wenn Vorsorge betrieben wird.“ Doch selbst bei bester Vorsorge könne es zu Ausfällen kommen: „Wenn ein redundantes Teil ausfällt, ist eine umfangreiche Sensorik nötig, um festzustellen, ob etwas aus dem Ruder läuft“, gibt Faulhaber zu Protokoll. Wichtig sei dann aber auch die passende Reaktion auf das Ereignis: „Ist etwa die Sicherheitszentrale unbesetzt, laufen die anderen Vorkehrungen ins Leere.“

Er schildert dazu ein Beispiel aus einer Begehung: „Wir testeten die Reaktion auf das Auslösen eines Leckage-Melders. Da es sich um einen sehr verteilten Campus mit 100 Gebäuden und einem RZ mit 5000 Quadratmeter Fläche handelte, lautete die Vorgabe, dass binnen 20 Minuten das Eingreifteam wieder Herr der Lage ist. Doch erst nach 50 Minuten war das Personal da – denn die Personenrettung hatte Vorrang, weil jemand im Aufzug stecken geblieben war. Dieses Vorgehen war absolut korrekt, doch als Mangel kann man notieren, dass die Mannstärke zu gering ist. Doch dann kam es noch schlimmer: Die Personen haben anschließend die Ursache des Wasseralarms gesucht, denn sie haben den Leckage-Melder nicht gleich gefunden. Und im Anschluss war der Abschieber für den Wasserkreislauf nicht zu ermitteln.“

Wenn ein RZ-Betreiber Interesse an einer Zertifizierung hat, empfiehlt Faulhaber zunächst einen Workshop, um die Konzepte darzustellen und die Erwartungshaltung des Betreibers zu ermitteln. „Es geht dabei um die Interpretation des Katalogs, und der Kunde erklärt, was er machen will. Darauf erläutern wir, was für eine erfolgreiche Zertifizierung nötig ist. Generell gibt es dann auch Zielabstimmungen – sprich, welcher Level erreicht werden soll. Hier zeigt sich sehr schnell, dass viele zu hohe Level im ersten Gespräch erwarten, doch die meisten erkennen dann recht schnell, dass dazu große Investitionen nötig sind. Dann reduzieren sich die Erwartungshaltungen recht schnell.“ Zum Beispiel stellt der Level 4 sehr hohe Anforderungen. In der BRD gibt es zurzeit laut Faulhaber bisher vier RZ: eins von ENBW, eins von RWE sowie zwei, die gemeinsam von der Deutschen Bank und IBM betrieben werden.

Im Workshop fällt dann üblicherweise die Entscheidung zugunsten einer Zertifizierung nach „Level X“. Dann wird das Sicherheitskonzept an den TÜVIT eingereicht. Das Gewerk Elektrotechnik geht an den entsprechenden TÜV-Experten, er kommentiert die Dokumente und trägt alles zusammen – ebenso die anderen Teile an die zuständigen Spezialisten. Wenn alles in Ordnung ist, erfolgt die Vereinbarung eines Bege-

hungstermins mit dem Kunden. Stichprobenweise wird dann das eingereichte Dokument in der Realität überprüft. „Wenn zum Beispiel geschrieben wurde, die Alarmreaktion ist super, dann wollen wir das auch testen“, erläutert Faulhaber. Die Dauer der Begehung ist für Faulhaber eine Frage der Größe des RZs: „Manchmal sind wir mit fünf Leuten für je zwei Tage vor Ort. Unsere Fachleute gehen durch, dabei erwarten wir auch, dass die Spezialisten des RZ-Betreibers ebenfalls unseren Spezialisten begleiten.“

Ist das erledigt, wird der Prüfbericht geschrieben. Die Zertifizierung läuft nach einem Vier-Augen-Prinzip ab: Die Zertifizierer bekommen vom Prüfer den Bericht vorgelegt. Dann entscheidet der Zertifizierer, ob der Empfehlung des Prüfers entsprochen werden kann. Falls nur kleinere Mängel zu beheben sind, muss der RZ-Betreiber binnen drei Monaten die ausräumen, bekommt das Zertifikat aber schon vergeben. Das wird dann von einer Person nochmals geprüft.

Generell bereitet die Dokumentation viel Aufwand für den RZ-Betreiber. Es ist im Vorfeld ein Sicherheitskonzept nötig, das den TÜVIT durch alles führt. Darin muss stehen, was man alles bedacht hat und wie die Lösung aussieht. Teilweise sind Nachweise von Gerätschaften nötig – etwa ob es sich um eine einbruchssichere Tür handelt (das wird nicht vom TÜV nochmals geprüft, es reicht der Nachweis des Herstellers).

Weitere Punkte der Dokumentation betreffen die Energieversorgung mit Nennleistungsplänen, Alarmorganisation und vieles mehr. Insgesamt kommen schon zwei bis drei Ordner zusammen – so die Erfahrung von Faulhaber. Die TÜVIT ist selbst zertifiziert, dass sie auch sensible Dokumente überprüfen darf, und sogar in Geheimakten einsehen kann. Ansonsten besteht auch die Option, dass Mitarbeiter der TÜVIT zum RZ-Betreiber reisen – das führt allerdings zu mehr Aufwand. Zudem müssen die Dokumente dann in eine versiegelte Schatulle eingesperrt werden, damit sie nicht nachträglich modifiziert werden können. Diese Dokumentation muss zehn Jahre aufgehoben werden, da auch die TÜVIT ihrerseits dokumentieren muss, wie sie zu ihren Ergebnissen gekommen ist.

Im Rahmen der bisherigen Prüfungen treten immer wieder typische Mängel auf. An erster Stelle rangiert das Thema Brandschutz, so Faulhaber: „Wir finden immer wieder, dass ein Brandschott geöffnet oder nicht richtig verschlossen ist. Ein weiterer Punkt sind die Brandlasten. Sie treten nicht unbedingt im Rechnerraum selbst auf, sondern oft gleich daneben. In angeschlossenen Lagerräumen liegen oft hohe Brandlasten. Aber auch Schränke mit Manuals in Serverräumen oder Kabelwicklungen an der Wand im Serverraum sind in der Praxis anzutreffen.“

Ein weiteres Thema sind die Alarmreaktionen. Die Theorie stimmt fast immer, doch in der Praxis geht es dann schief. Hier empfiehlt Faulhaber, mehr Übungen durchzuführen. Zudem sei eine durchgängige Sicherheitskonzeption manchmal nicht zu finden: „Einbruchssichere Türen vorn und hinten, ein Kunststofffenster zur Terrasse raus, das passt nicht zusammen“, kommentiert Faulhaber. Es sei ein einheitliches Niveau nötig. Auch Lüftungskanäle, die durchkriechbar sind, müssen über einbruchhemmende Gitter geschützt werden, die nicht von außen demontierbar sein dürfen. Ein sehr wichtiger Aspekt ist die Sensibilisierung der Mitarbeiter entsprechend der Dokumentation. Reaktionen auf Vorfälle sind genauso abzuhandeln wie beschrieben. Als kontraproduktiv erweise sich das Motto: „Die Mitarbeiter, die den Türalarm ausgelöst haben, kenne ich – da gehe ich nicht hin.“ Generell gibt Faulhaber den RZ-Betreibern mit auf den Weg: „Der Zertifizierer ist möglichst frühzeitig einzubinden – wenn der Beton erst mal gegossen ist, wird es teuer. Der eigene Architekt oder das auf Klimatisierung spezialisierte Ingenieurbüro weiß nicht alles über RZ. Es bedarf eines RZ-Planers, um optimale Ergebnisse zu erzielen.“

Rainer Huttenloher



Quelle: TÜVIT

So sieht das TSI-Zertifikat aus (Abb. 2).

# Brandvorbeugung garantiert höchste Verfügbarkeit

## Brände frühzeitig erkennen und rechtzeitig bekämpfen oder ganz vermeiden

Wichtigste Anforderung in EDV-Bereichen ist das Sicherstellen der Verfügbarkeit. Das bedeutet für den Brandschutz, dass er frühzeitig Brände erkennen muss, entstehende Brände zu bekämpfen hat und dass die Brandentstehung generell zu vermeiden ist. Hier bieten sich Brandfrüherkennung mithilfe von Rauchgasansaugsystemen und die Brandvermeidung durch Reduktion des Sauerstoffgehalts im Raum als moderne Konzepte an.

**O**b Wasser im Rechenzentrum (RZ) für die effiziente Kühlung eingesetzt werden soll oder nicht – hierbei handelt es sich mittlerweile schon um eine Glaubensfrage. Doch wenn es um das Löschen von Bränden im RZ geht, sind sich die Experten einig: Für diese Aufgabe ist Wasser komplett ungeeignet. Mehr noch: Neben den üblichen Gefährdungsfaktoren eines Brandes – Hitze, Rauch, aggressive und korrosive Gase – stellt das Löschwasser eine massive Bedrohung dar. Aber auch Löschschaum und Löschpulver können Systeme beschädigen – die Netzteile und Festplatten sind hierbei besonders gefährdet.

Deswegen müssen Rechenzentren mit anderen Methoden geschützt werden. Diese Aussage gilt für Neubauten und – mit entsprechender Schwierigkeit – auch für bestehende Data Center, die unter Umständen nachträglich abzusichern sind. Der technische Brandschutz lässt sich aufgrund der Anforderungen im RZ heutzutage über eine Brandfrüherkennung und dem Einsatz von speziellen Löschgasen oder aber – die aufwendigere Variante – mithilfe von Brandvermeidungssystemen realisieren.

Die Tela-Versicherung, eine Tochter der Allianz, hat aus 13 000 gemeldeten Computerschäden ihrer Mitglieder eine Aufstellung gemacht, um die Schadensursachen für IT-Ausrüstung zu klassifizieren. Immerhin 6,5 Prozent der Schadensfälle waren dabei auf die Ursache Feuer zurückzuführen. Bei den Brandauslösern dieser Schadensfälle rangiert die Elektroverteilung/Installation mit 40 Prozent an erster Stelle, die weiteren Auslöser sind Klimaanlage, EDV-Geräte und der Mensch – jeweils mit 20 Prozent. Interessant ist auch die zeitliche Verteilung der Brandfälle und der zugehörige Schadensumfang. Hier zeigt sich, dass Brände häufiger in den üblichen Bürostunden auftreten, wogegen die Schäden während der anderen Zeiten höher sind. Diese Erkenntnisse müssen beim Aufbau der Brandschutz-Infrastruktur Berücksichtigung finden.

In den IT-Bereichen kommen heutzutage überwiegend Rauchmelder zum Einsatz. Ihre Funktionsweise basiert darauf, anhand der Streuung eines Lichtstrahls an vorhandenen Rauchpartikeln die Rauchdichte abzuleiten. Nach diesem Prinzip arbeiten einerseits die punktförmigen Rauchmelder, aber auch Rauchansaugsysteme greifen auf derartige Sensorik zurück. Ein Problemfaktor ergibt sich generell durch Fehlalarme. Mithilfe von „Zweimelderabhängigkeiten“ will man diese Fälle in den Griff bekommen.

Je nach dem Anforderungsprofil des Rechnerraums muss man entscheiden, welche Rauchmeldetechnik Verwendung finden soll. Im RZ kann es bei bestimmten Konfigurationen vorkommen, dass sich unter der Raumdecke sogenannte Wärmeneister bilden (siehe Beitrag „Effi-

ziente Wärmeabführung zahlt sich aus“ auf Seite 20 in dieser Ausgabe). Temperaturmessungen haben gezeigt, dass dieser Bereich bis zu einem Meter dick sein kann. Ein weiterer Fall, der für Punktmelder Probleme bereitet, sind sehr hohe und auch stark klimatisierte Räume.

In einem solchen Szenario bekommen die punktförmigen Rauchmelder nicht mehr genug Rauchpartikel ab – oder erst zu einem sehr späten Zeitpunkt. Damit lässt sich die Anforderung nach möglichst frühzeitiger Branderkennung nicht mehr realisieren. In derartigen Konstellationen empfiehlt sich der Einsatz von weitaus sensibleren Rauchgasansaugsystemen. Sie bieten noch einen weiteren Vorteil: Es lassen sich mit ihnen auch örtlich begrenzte Reaktionen auf Brandmeldungen implementieren.

Als besonders problematisch für die Branderkennung erweisen sich energieeffiziente Techniken wie komplette Einhausungen von Server-Racks. Sie haben unter Umständen ein eigenes Kühlsystem integriert und sind vom Außenraum abgekapselt. Als negativer Aspekt für

Schadensursache	Anteil	Brandauslöser	Anteil %
Überspannung		Elektroverteilung, Installation	40,0 %
Fahrlässigkeit		Klimaanlage	20,0 %
Diebstahl		EDV-Geräte	20,0 %
Wasser		Mensch	20,0 %
Feuer	6,5 %		
Einbruch			
Sabotage			

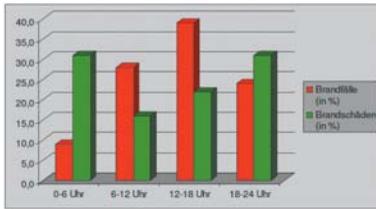
Schadensursachen und Brandauslöser im IT-Bereich (Abb. 1)

Quelle: Tela, Wagner Group



Quelle: Wagner Group

In den meisten Fällen brennt es nicht im RZ, sondern in den angrenzenden Räumen (Abb. 2).



**Zeitliche Verteilung der Brandfälle und der zugehörige Schadensumfang (Abb. 3)**

Uhrzeit	Brandfälle (in %)	Brandschäden (in %)
0-6 Uhr	9,0	31
6-12 Uhr	28,0	16
12-18 Uhr	39,0	22
18-24 Uhr	24,0	31

die Brandfrühsterkennung ist dabei zu vermelden, dass Rauch aus diesen Einhausungen erst sehr spät entweicht und somit von traditionellen Rauchmeldern nicht mehr rechtzeitig detektiert wird. Des Weiteren ist es nicht möglich, Löschmittel von außen in die Einhausungen einzubringen. Für diese Fälle müssen Branderkennungs- (in den meisten Fällen sollten das Rauchgasansaugsysteme sein) und Löschanlagen bereits in den Racks ansetzen.

Um auch bei den energieeffizienten Konfigurationen im RZ den Brandschutz sicherzustellen, haben sich Branddetektions- und Löschsyste-me als geeignet erwiesen, die einzelne Racks oder Schrankreihen selbstständig überwachen und löschen können. Der Zugriff auf die Verhältnisse in gekapselten Schrankreihen oder entsprechenden Einhausungen erfolgt über die Rauchansaugsysteme, die Luft aus dem gekapselten Systemen absaugen und einer Detektionseinheit zuführen. Und ein weiterer Aspekt darf nicht vergessen werden: Der Doppelboden muss unbedingt in die Konzeption mit einbezogen werden. Auch hier spielen Rauchansaugsysteme ihre Vorteile aus.

Zur Brandbekämpfung sind im RZ Gaslöschsysteme die erste Wahl. Dabei werden im Brandfall binnen kürzester Zeit Gase (chemische Gase oder Inert-Gase, also Gase, die sehr reaktionsträge sind wie Stickstoff oder das Edelgas Argon) in den Raum eingebracht, die den Sauerstoffgehalt in der Luft reduzieren und so den Brand löschen sol-

len. Die chemischen Löschgase wie Novec 1230 oder FM-200 entfalten ihre Löschwirkung – so der BITKOM Leitfadens Betriebs-sichere Rechenzentren – durch die Wärmeabsorption in der Flamme. Die Flutung des Raums mit Löschgasen sollte innerhalb von 120 Sekunden (bei Inert-Gasen) erfolgen beziehungsweise bei chemischen Löschgasen binnen 10 Sekunden. Allerdings entstehen durch das schnelle Eindringen der Gase in den Raum Überdrücke. Daher ist eine eigene Konstruktion mit einer gesicherten Druckentlastung über entsprechende Klappen nötig. Das führt zu einer weiteren Herausforderung: Denn die Löschgase müssen für eine Zeitdauer von 10 Minuten in einer Halte-konzentration vorliegen – doch durch die Druckentlastung können die Gase entweichen. Allerdings gelten die Haltezeitberechnungen für Gaslöschanlagen (Inert-Gase und chemische Löschgase) nur für den Zustand ohne Druckboden. Zudem besteht die Gefahr einer Rückent-zündung. Deswegen muss man die Stromversorgung – üblicherweise im gesamten RZ – abschalten. Erfolgt die Klimatisierung über den Druckboden, kommen hohe Druckdifferenzen zwischen Doppelboden, Raum und Umgebung zum Einsatz. Des Weiteren bleiben Raumun-dichtigkeiten im Doppelboden oft unerkannt.

Generell ergeben Raumdichtheitsmessungen in EDV-Bereichen oft ein erschreckendes Bild, wie Untersuchungen der Brandschutzexperten bei der Wagner Group ergeben haben. Die Messergebnisse erreichen oft nicht einmal die Vorgabe der Energieeinsparverordnung. Dabei stellen die unentdeckten Undichtigkeiten das gesamte Brandschutzkonzept infrage. So können zum Beispiel bei Undichtigkeiten der Rauch und die Brandgase auch von außen in das RZ eindringen. Ein weiteres Problem ergibt sich beim Einsatz von Löschgasen: Die Löschgaskonzentration kann nicht aufgebaut beziehungsweise nicht ausreichend lange gehalten werden. Somit sollte der RZ-Verantwortliche das regelmäßige Überprüfen der Raumdichtheit auf seiner Agenda stehen haben – allein schon um die baurechtlichen Anforderungen einzuhalten.

Eine Alternative zur Branderkennung und Brandbekämpfung sind die Brandvermeidungssysteme. Mithilfe einer genauen Steuerung wird in einem abgeschlossenen Bereich die Sauerstoffkonzentration soweit reduziert, dass keine Brände entstehen können. Dazu wird in die Luft zusätzlich Stickstoff eingebracht und so die Sauerstoffkonzentration reduziert. Bei einer Konzentration von weniger als 16 Volumenprozent

Quelle: Wagner Group/Taitum Fachseminar

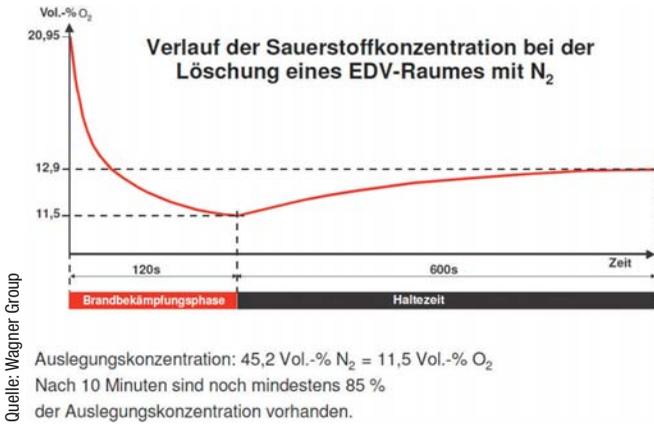
## Rittal – Das System.



IT-RACKS

IT-COOLING

IT-POWER

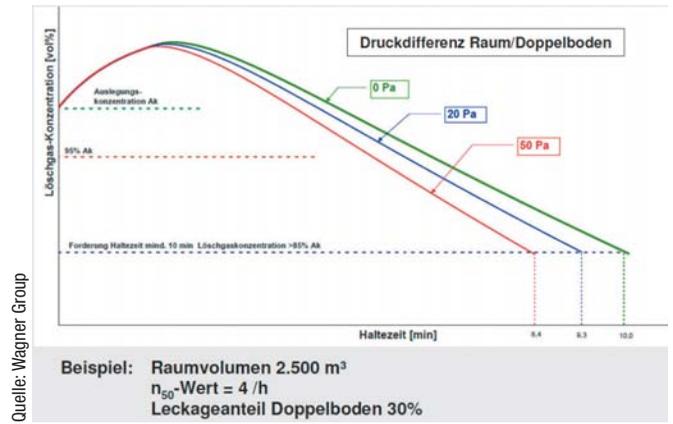


Sauerstoffkonzentration beim Löschen mit Stickstoff (Abb. 4)

Sauerstoff ist ein selbstständiges Brennen nicht mehr möglich. Die Regelung stellt sicher, dass dieses reduzierte Sauerstoffniveau beibehalten wird. Die Sauerstoff-Reduzierung liegt dabei in einem Bereich, dass die Räume durch Menschen begehbar bleiben.

Für die Dimensionierung der Brandvermeidungssysteme sind verschiedene Einflussgrößen bestimmend. Besonders wichtig ist die Dichtheit der Raumhülle und das zu schützende Raumvolumen. Dabei ist zum Beispiel einzuplanen, wie häufig Personen in den Raum gehen und dazu Türen öffnen müssen, durch die dann wieder normale Luft mit der höheren Sauerstoffkonzentration in den Schutzbereich gelangt. Auch der Faktor Klimatisierung geht in die Gleichung ein. Hier wird kühle Luft – ebenfalls mit höherer Sauerstoffkonzentration zugeführt.

Die Auswirkungen auf den Menschen, der in Schutzräumen mit geringerer Sauerstoffkonzentration arbeiten muss, ist vergleichbar mit dem Aufenthalt im Gebirge. Hier liegt die Sauerstoffkonzentration in einer Höhe von 2250 Metern bei etwa 16 Volumenprozent. Die gewerblichen Berufsgenossenschaften haben im Arbeitskreis Feuerschutz eigene Definitionen aufgestellt, um eine Gefährdung von Personen zu vermeiden. Demnach besteht bei einer Sauerstoffkonzentration von 20,9 bis 17 Volumenprozent eine freie Begehbarkeit für alle Per-



Haltezeitberechnung für Druckböden (Abb. 5)

sonen ohne bekannte Herz-, Kreislauf-, Gefäß- und Atemwegs-Erkrankungen. Bei Sauerstoffkonzentrationen von 17 bis 13 Volumenprozent können Personen, die eine arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung genossen haben, je nach Restsauerstoffgehalt zwischen zwei und vier Stunden ohne Unterbrechung in diesem Bereich arbeiten.

Welche Brandschutzoptionen im RZ zum Einsatz kommen, entscheiden das Budget und vor allem die maximal zulässigen Ausfallzeiten des RZ. Wer sich Ausfallzeiten im Bereich von 24 Stunden leisten kann, dem empfiehlt der BITKOM Leitfadens Betriebs-sichere Rechenzentren in der Version 2.0 Detektions- und Auswerteeinheiten ohne nachgeschaltete Löschanlagen. Sollen die Ausfallzeiten dagegen unter einer Stunde liegen, ist eine nachgeschaltete Löschanlage unabdingbar – als Löschmittel muss dabei Gas zum Einsatz kommen. Sind noch strengere Anforderungen in Bezug auf die Ausfallzeit gegeben, ist Brandvermeidung durch Sauerstoffreduktion das Mittel der Wahl.

Für den baulichen Brandschutz gelten in Deutschland die Bauordnungen der Länder, Vorschriften über brandschutztechnische Einrichtungen und so weiter. Das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen regelt die DIN 4102 – alles ohne die Berücksichtigung der Schutzziele, wie sie speziell für RZ zutreffen.

*Rainer Huttenloher*

## Schneller – besser – überall.



DATA-CENTER



IT-SECURITY



**RITTAL**

www.rittal.de

# Gezielte Investitionen schaffen ein Haus für kühle Rechner

## Energieeffiziente Rack-Klimatisierungskonzepte mit und ohne Doppelboden

Für betriebssichere und zugleich energieeffiziente Infrastrukturen in Rechenzentren gibt es keine Patentrezepte, sondern nur bedarfsgerechte, maßgeschneiderte Lösungen. Dazu zählt auch die Auswahl der richtigen Rack-Systeme und eines geeigneten Klimatisierungskonzepts.

In vielen Rechenzentren (RZ), vor allem in den gewachsenen „Rechnerräumen“ mittelständischer Unternehmen, ist die IT nicht ausreichend gegen Ausfälle geschützt. Als zentrale Aspekte gelten dabei die Stromversorgung, die Kühlung, der Brandschutz und die Zutrittskontrolle. Um Datenverlusten langfristig vorzubeugen und um einen sicheren Betriebsablauf zu gewährleisten, sind gezielte Investitionen in die Infrastruktur notwendig. Diese werden zumeist dadurch wieder aufgewogen, dass man mit einer richtig aufgebauten Infrastruktur die Energieeffizienz steigern und die Betriebskosten senken kann.

Gefragt sind in jedem Fall individuelle Analysen und spezifische, bedarfsgerechte Lösungen. Denn Patentrezepte gibt es bei den notwendigen Infrastrukturmaßnahmen nicht. Gerade im Mittelstand sind die Anforderungen und Rahmenbedingungen zu unterschiedlich. Die besten Lösungskonzepte entstehen dort, wo erfahrene RZ-Planer, Rack-Hersteller, Klimatechniker und andere Spezialisten Hand in Hand arbeiten. Rack-Hersteller wie Schäfer – selbst Teil eines solchen Expertennetzwerks – bieten mittlerweile längst nicht mehr nur „Schränke“ an, sondern flexible, maßgeschneiderte luft- und wassergekühlte Rack-Systeme inklusive Rack-Management, Brandschutz, Einhausungs- und sogar Doppelbodenlösungen.

Moderne Rack-Klimatisierungskonzepte ermöglichen eine effektive Serverkühlung bei geringem Stromverbrauch. Das Prinzip, das all diesen Konzepten zugrunde liegt, lautet: Kaltluft möglichst gezielt an die Server führen. Dazu werden in Rechenzentren heute häufig Druck-

böden (Doppelböden) errichtet, die Rack-Reihen nach dem Front-zu-Front-Prinzip aufgestellt und die Gänge dazwischen mit Dächern und Schiebetüren eingehaust. Die durch den Druckboden zugeführte Kaltluft wird ausschließlich in die Kaltgänge ausgeblasen. Solche Einhausungen galten noch vor zwei Jahren als „exotisch“. Heute sind sie eine weltweit anerkannte und bewährte Lösung, um Einsparungen bei der benötigten Klimaleistung zu realisieren.

### Variable Belüftungsoptionen sind gefragt

Als eine sinnvolle Ergänzung jeder Einhausung bieten sich modulare Doppelbodenplatten mit austauschbaren Segmenten an, die variable Belüftungsoptionen und eine noch präzisere Kaltluftführung zu einzelnen Hot-Spots ermöglichen. Im Rahmen des Konzepts, die Kalt- und Warmluft im Rechenzentrum möglichst effektiv zu führen und die Klimatisierung bedarfsgerecht zu gestalten, sorgen sie für eine höhere Flexibilität und dienen dem „Feintuning“ der Luftführung in den Kaltgängen.

Je nach den räumlichen Gegebenheiten und den spezifischen Anforderungen vor Ort gibt es natürlich auch andere Lösungen der Rack-Klimatisierung, die den Druckboden verzichtbar machen oder einen bestehenden, aber zu niedrigen Doppelboden ergänzen. Dazu zählen zum Beispiel rundum geschlossene, wassergekühlte Server-Rack-Systeme mit Luft-/Wasser-Wärmetauschern. Diese ermöglichen auf



Quelle: Schäfer IT-Systems

Spart bis zu 50 Prozent Kühlleistungsenergie: „Cold Section“-Einhausungslösung im Rottenburger Rechenzentrum des Bischöflichen Ordinariats der Diözese Rottenburg-Stuttgart (Abb. 1).



Quelle: Schäfer IT-Systems

Das flexible Doppelbodensystem „Swap Panel 9“ ermöglicht in Rechenzentren mit Druckböden eine präzise, gezielte Kaltluftführung und Kabeldurchführung (Abb. 2).

Quelle: Schäfer IT-Systems



Eine Option für rundum geschlossene Closed-Loop-Systeme sind schmale Seitenkühler, die direkt neben einem oder zwischen zwei vorn und hinten geschlossenen Server-Racks platziert werden können (Abb. 3).

engstem Raum einen geschlossenen Kalt-/Warmluftkreislauf (Closed Loop) und stellen insofern eine energieeffiziente Lösung zur Bewältigung hoher Abwärmelasten dar.

## Abgeschlossene Systeme stellen hohe Anforderungen

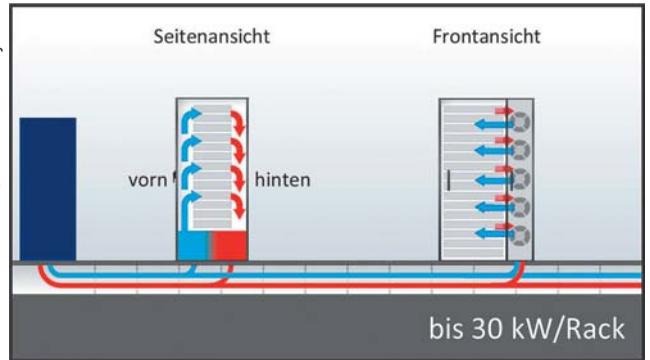
Für solche Closed-Loop-Systeme gibt es mehrere Optionen. Bei der ersten ist ein geregelter Luft-/Wasser-Wärmetauscher in das Rack integriert. Bei der zweiten stellt man einen schmalen Seitenkühler direkt neben dem Rack auf – oder auch zwischen zwei vorn und hinten geschlossene Server-Racks. Bei diesen Lösungen ist keine Einhausung notwendig.

Eine weitere mögliche Lösung besteht darin, ein Closed-Loop-System mit Einhausung einzurichten. Dabei werden Racks und Seitenkühler mit hinten geschlossenen, frontseitig aber offenen (oder gelochten) Türen eingesetzt. Die Seitenkühler saugen auch hier die erwärmte Luft direkt aus dem hinteren Schrankbereich an und kühlen sie mithilfe der integrierten Luft-/Wasser-Wärmetauscher herunter. Ausgeblasen wird sie bei dieser Lösung jedoch in den Kaltgang.

Die dritte Rack-Klimatisierungslösung ist die Einhausung nur seitlich „geschlossener“, vorn und hinten aber „offener“ Racks und Seitenkühler (Open Loop). Bei dieser Lösung saugen die Seitenkühler die erwärmte Luft von hinten aus dem umgebenden Raum an und blasen die heruntergekühlte Luft in den eingehausten Kaltgang wieder aus. Dank der Seitenkühler kommt ein solcher Aufbau ganz ohne Druckbodenklimatisierung aus. Sie können aber auch als Ergänzung derselben eingesetzt werden.

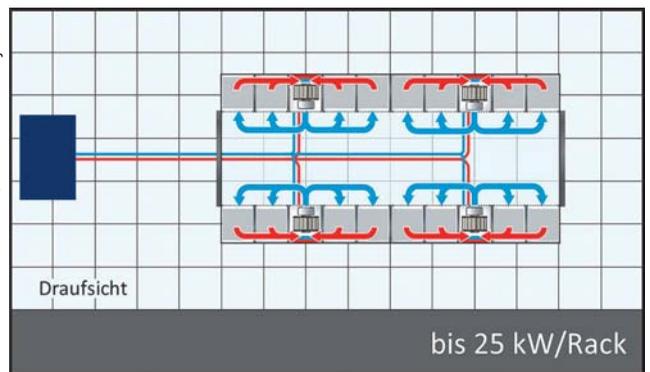
Diese Lösungen ermöglichen es in konventionellen RZ-Installationen, hohe Wärmelasten pro Rack zu bewältigen und zugleich eine flexible und energetisch günstige Klimatisierung zu realisieren. Da sie keinen Doppelboden benötigen, sind bereits beim Bau eines Rechenzentrums Kosteneinsparungen erzielbar. Auch im laufenden RZ-Betrieb zeigen sich diese Lösungen als sehr effektiv, da der systembedingte Druckverlust einer Doppelbodenlösung weitaus höher sein kann. Als

Quelle: Schäfer IT-Systems



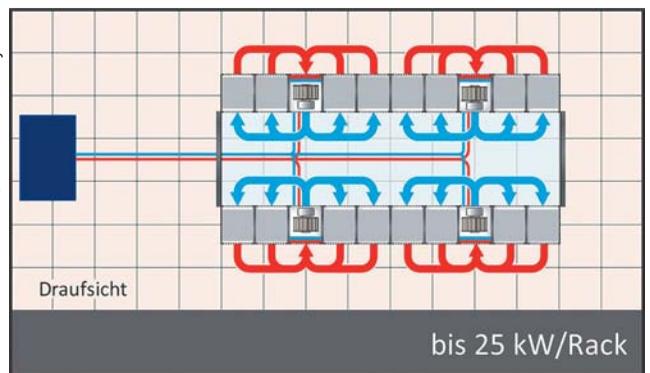
Closed-Loop-Systeme ohne Einhausung, rundum geschlossen: Serverklimatisierung im wassergekühlten Rack (li.) oder mithilfe eines Seitenkühlers (re.) (Abb. 4)

Quelle: Schäfer IT-Systems



Closed-Loop-System mit Kaltgangeinhausung: Klimatisierung mit wassergekühlten, hinten geschlossenen Seitenkühlern (Abb. 5)

Quelle: Schäfer IT-Systems



Open-Loop-System mit Kaltgangeinhausung: Klimatisierung mit wassergekühlten, vorn und hinten offenen Seitenkühlern (Abb. 6)

wirtschaftlich vorteilhaft erweist sich nicht zuletzt das sehr kleine zu kühlende Luftvolumen in den geschlossenen Rack-Systemen selbst oder in den Kaltgängen. Die Temperatur dieser kleinen Luftvolumina lässt sich jeweils zeitnah an den effektiven Bedarf des RZs sowie an den individuellen Bedarf einzelner Racks anpassen.

Ergänzend zu den integrierten Kühlern und der Kaltgangeinhausung können die Betreiber ihre Rechnerräume natürlich auch mit separaten Klimageräten kühlen, die frei in den Raum blasen. Diese zusätzliche Installation, welche die Temperatur der Umgebungsluft senkt, verändert die Gesamtenergiebilanz nicht, da die zu bewältigende Wärmelast in Summe durch die Einbaukomponenten bestimmt wird.

*Peter Wäsch, Leiter Vertrieb IT DACH, Schäfer IT-Systems*

# Intelligente Stromverteilung im Data Center

## Gesamtstrom wird bereits im Niederspannungshauptverteiler erfasst

Notwendige Voraussetzung für eine effiziente Nutzung der Energie im Rechenzentrum ist die durchgängige Messung aller Verbrauchswerte. Die Lösungen aus der Kooperation von Rittal mit Phoenix Contact setzen dazu direkt am Niederspannungshauptverteiler (NSHV) an, der für die Stromspeisung im Data Center zuständig ist.

Im Rechenzentrum der Zukunft gilt es, ein effizientes Gesamtsystem zu formen. Software, Hardware und die physikalische IT-Infrastruktur sind miteinander optimal zu verketten – nur so sind die Betreiber in der Lage, kosteneffiziente Abläufe bereitzustellen. Die Managementsoftware für die IT-Infrastruktur, Rizone, ist in der Lage, die elektrischen Leistungswerte eines Rechenzentrums direkt an der Quelle, dem NSHV, zu erfassen. Das ist das Ergebnis einer Kooperation zwischen Rittal und Phoenix Contact. Neben der Erfassung des Gesamtstroms im NSHV werden auch die Werte nachgelagerter Abgänge, zum Beispiel die Stromaufnahme der Kühlsysteme und der Steuerschränke ermittelt und an Rizone übergeben. Auf diese Weise ergibt sich eine Grundlage für eine ganzheitliche Systemoptimierung und eine Effizienzsteigerung bei der Energienutzung im Rechenzentrum.



Quelle: Rittal

**Bereits am Niederspannungshauptverteiler kann die Managementsoftware Rizone ansetzen und so für die Rechenzentrumsbetreiber Verbrauchs- und Leistungswerte der IT-Infrastruktur-Komponenten überwachen.**

Mit der Managementsoftware Rizone können Rechenzentrumsbetreiber generell die Verbrauchs- und Leistungswerte der IT-Infrastruktur-Komponenten überwachen, steuern und so die Auslastung und den Effizienzgrad ihrer Anlagen überblicken. Durch die Kooperation mit Phoenix Contact kommt bei Rizone noch eine intelligente Stromverteilung hinzu, die Phasenstrom, Phasenspannung und Leistungsfaktor pro Phase erfasst und mit der Software managen kann. Die Anbindung an den NSHV erfolgt über das SNMP (Simple Network Management Protocol) zur Datenerfassungslösung von Phoenix Contact. Das Elektrische Energie Management Modul (EEM) stellt hierbei das Messgerät für elektrische Größen dar.

Die Verwendung der SNMP-Kommunikation erweitert die Infrastrukturlösung von Rittal um den Funktionsblock „intelligente Stromverteilung“. Rizone liest über die gemanagte Steuerung Werte aus und wertet diese in Diagrammform aus. Diese Tabelle aus einzelnen Energiekennwerten erlaubt sowohl Rückschluss auf die Effizienz des gesamten Rechenzentrums als auch auf die einzelner Verbraucher – zum Beispiel der Klimatisierung. Mit diesem Ansatz hat Rittal nach eigenen Angaben bei einem Kunden den PUE-Wert (Power Usage Effectiveness) des Rechenzentrums von 1,66 auf 1,30 senken können. Dabei wurde allein im Bereich der Kälteerzeugung eine Reduktion des Energieverbrauchs von bis zu 50 Prozent erreicht. *Rainer Huttenloher*

## PORTABLES RECHENZENTRUM MIT EINEM PUE VON WENIGER ALS 1,2

Beim Rittal Portable Data Center (RPDC) handelt es sich um ein voll funktionsfähiges, mobiles Rechenzentrum mit einer vollständigen IT-Infrastruktur, das sich auf jeder freien Fläche aufstellen lässt. Dabei sind individuelle Konfigurationen machbar: Je nach Bedarf können Kunden eigene Racks und Equipment einbauen oder brauchen lediglich mit ihren Servern einzuziehen. Die Basis-Version umfasst bereits eine integrierte Energieverteilung, Kabelschotts, ein Zutrittssystem sowie eine effiziente Klimatisierung. Letztere ist bis zu einer Kühlleistung von 20 Kilowatt (kW) mit einer „2+1 Redundanz“ verfügbar.

In den Leistungsklassen 7 und 10 kW ist eine sparsame und umweltfreundliche direkte freie Kühlung ausrüstbar, welche die gefilterte Außenluft zur Kühlung des Rechenzentrums nutzt. Das Gerät arbeitet in den drei Modi Sommer-, Winter- oder Mischbetrieb und könnte

beispielsweise in Frankfurt am Main 90 Prozent des Jahres im Freikühlungsmodus arbeiten. 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. Dank der freien Kühlung erreicht das RPDC einen PUE-Wert (Power Usage Effectiveness) von unter 1,2.

Da die gängigen 20-Fuß-Container in der Regel nicht ausreichend robust für das sensible IT-Equipment dimensioniert sind, bietet das RPDC eine verstärkte Außenhülle mit F30-Feuerschutz und Einbruchschutz bis zur Widerstandsklasse 3. Das Zutrittssystem lässt sich wahlweise mit einem Codekartenleser, einem Elektronenschloss oder einem Tastenkombinationsschloss ausrüsten. Zum Management der Infrastruktur kann das Rittal Portable Data Center außerdem mit der Softwarelösung Rizone ausgestattet werden.

ALLES IM  
GRÜNEN  
BEREICH

# Maßgeschneiderte Lösungen für Ihr Rechenzentrum



Power Management



Wassergekühlte Schränke bis 40 kW



# Effiziente Wärmeabführung zahlt sich aus

## Optimierung der Klimatisierung im Rechenraum schafft Erweiterungsmöglichkeiten

Ist bei einem Rechenzentrum die Klimaanlage bereits so stark ausgelastet, dass eine Erhöhung der Kaltluftmenge nicht mehr möglich ist, sind aber noch Reserven für eine zusätzliche Wasserkühlung vorhanden, dann lassen sich über verschiedene Optimierungsschritte weitere Kühllasten beherrschen. Damit kann man weitere Serverschränke in seinem Rechenzentrum – oder Serverraum – unterbringen und auch kühlen.

**E**ffizientes Kühlen im Rechenzentrum wurde noch vor einigen Monaten stark aus dem Blickwinkel des nachhaltigen Energieeinsatzes propagiert – Green IT, so lautet dazu das Schlagwort. Vergleiche der IT mit anderen Umweltsündern wie etwa dem Flugverkehr wurden konstruiert, doch in den meisten Fällen hat ein anderer Faktor sich zum bestimmenden Parameter aufgeschwungen: Die Investition muss sich rechnen – Energieeffizienz ist gefragt, weil sich damit Kosten sparen lassen.

Vor diesem Hintergrund sind die Entwicklungen im Rechenzentrum umso wichtiger: Die Anforderungen an das Abführen von Wärmelasten steigen massiv – nicht zuletzt weil die eingesetzten IT-Gerätschaften sich mit mehr Energieaufnahme bei reduzierten Platzbedarf in Szene setzen. Mit dem Vehikel der Virtualisierung steigen zudem die Auslastungen der einzelnen Server an – an sich eine effektive Entwicklung, da die Server bei höherer Auslastung kaum mehr Strom verbrauchen als im Idle-Modus. Mit dem Verschieben von virtuellen Maschinen auf wenige physische Server kann es dann auch dazu kommen, dass die Rechenlast in einem Rack gebündelt wird, Systeme in anderen Racks dagegen – womöglich sogar diese Einheiten komplett – ausgeschaltet werden können und erst bei einem Anstieg der Rechenlast wieder dazu geschaltet werden. Das kann zu stark unterschiedlichen Energiedichten zwischen den Racks führen, die sich eventuell dynamisch verschieben.

Der BITKOM Leitfadens „Betriebssichere Rechenzentren“ benennt in seiner Version 2 die gängigen Richtwerte: Bis zu acht Kilowatt (kW) an Verlustleistung in einem Rack lassen sich noch mit dem traditionellen Ansatz – Klimatisierung durch den Doppelboden und dem Einsatz von Kühlluft – beherrschen. Doch das reicht in vielen Konfigurationen bereits nicht mehr aus. Bereits heute finden sich in einem Rack zehn bis

15 kW, die es abzuführen gilt und künftig wird es noch mehr: In einem 19-Zoll-Rack mit insgesamt 42 Höheneinheiten können durchaus Energieverbräuche in Höhe von 30 kW anfallen, die dann über die Kühlung abzuführen sind. Ältere Rechenzentren arbeiten zumeist mit einer zentralen Klimaanlage. Sie liefert für den kompletten Raum die Kaltluft – entweder von oben, oder aber wenn ein Doppelboden-Konstruktion vorhanden ist, auch von unten. Als „Kühlmittel“ findet man heutzutage im Rechenzentrum fast immer noch ausschließlich Luft. Dabei werden Server und andere IT- Komponenten so in die Serverschränke eingebaut, dass sie von vorne kühle Luft aus dem Raum ansaugen und die erwärmte Luft rückseitig wieder ausblasen. Die kalte Luft wird dabei von einer zentralen Raumklimatisierung zur Verfügung gestellt.

### Nachträgliches Aufrüsten braucht Optimierung

Es kann unterschiedliche Gründe geben, warum ein bestehender Serverraum nachträglich aufrüstet werden muss. Zum Beispiel kommen mehr Serverschränke in den Raum, als die zentrale Klimatisierung ursprünglich kühlen kann. Oder eine nicht optimale Konfiguration des Serverraums erfordert eine recht tiefe Temperatur der Kaltluft. In solchen Fällen empfiehlt es sich eine Optimierung der Kühlung und letztendlich die Entlastung der vorhandenen Klimaanlage. Wichtig sind in diesem Zusammenhang eine möglichst effektive Zuführung der Kaltluft an die heißen Stellen und dann eine effektive Abführung der Warmluft. Jede Art von Durchmischung von Kalt- und Warmluft im Raum sollte vermieden werden – dabei bildet sich ansonsten ein thermischer Kurzschluss und man vergeudet Energie.

## LUFT ODER WASSER ALS TRANSPORTMITTEL FÜR DIE WÄRME

Für das Übertragen einer Energiemenge durch einen „Stoff“ bieten sich im Rechenzentrum insbesondere Luft und unter Umständen auch Wasser an. Die Energiemenge, die durch einen Stoff transportiert werden kann, entspricht der folgenden Gesetzmäßigkeit:

$$Q = \rho \times V \times c_p \times \Delta T$$

Dabei steht das Q für die Wärmemenge,  $\rho$  ist die Stoffdichte, V der Volumenstrom,  $c_p$  die spezifische Wärmekapazität des Stoffes und  $\Delta T$  steht für die Temperaturdifferenz.

Betrachtet man verschiedene Stoffe ändert sich der Faktor aus Stoffdichte ( $\rho$ ) und der spezifischen Wärmekapazität des Stoffes ( $c_p$ ). Beim Umstieg von Luft auf Wasser vergrößert sich dieser Faktor fast um das 4000-Fache.

Eine weitere Erkenntnis folgt aus dieser Gleichung: Hat man sich in seinem Rechenzentrum auf einen Wärmeträger festgelegt, ist die einzige veränderbare Größe in der Gleichung der Volumenstrom (V), sprich die Geschwindigkeit des Wärmeträgers.

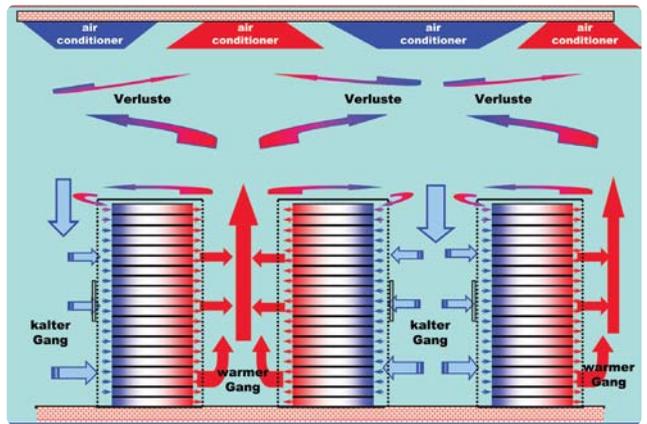
Die physikalische Grundlage für die Wärmeabfuhr ist im Kasten auf Seite 20 gezeigt. Daraus lässt sich ableiten, dass die maximal mögliche Kühlleistung pro Serverschrank bei reiner Luftkühlung durch die Fähigkeit des umgebenden Raumes begrenzt wird, ausreichend Kühlluft zu den Frontseiten der Schränke zu bringen und die Warmluft von den Rückseiten wieder aus dem Raum heraus zuführen. Im schlimmsten Fall sind die Serverschränke in Gängen angeordnet, bei denen die Rückseite der einen Serverschrankreihe zur Frontseite der nächsten Serverschrankreihe ausgerichtet ist. Dabei kommt es zu einer Vermischung von Kalt- und Warmluft, denn die Server der zweiten Schrankreihe saugen immer einen Teil der von der ersten Reihe ausgeblasenen Warmluft direkt wieder an. Durch die Anordnung der Serverschränke zu „kalten“ und „warmen“ Gängen – sprich die Frontseiten der Server liegen gegenüber und dasselbe gilt für die Rückseiten – wird die Klimatisierung eines Rechenraums bereits optimiert. Diese Optimierung sollte mittlerweile auch in kleinen Serverräumen erfolgt sein.

## Nicht immer lässt sich ein Doppelboden einsetzen

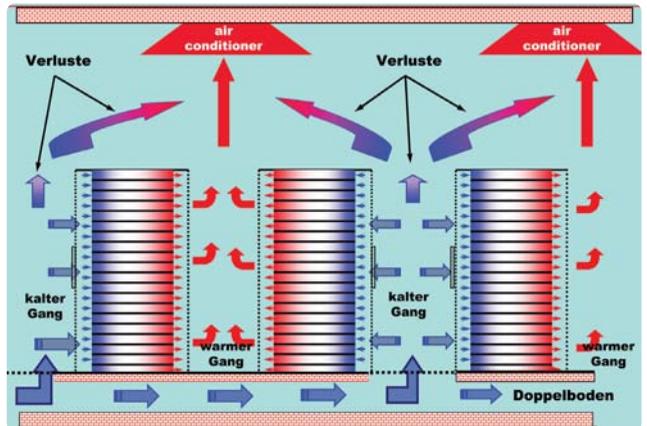
Bei einer Konzeption mit abwechselnd kalten und warmen Gängen strömt die kalte Luft prinzipiell auf zwei verschiedenen Wegen in den kalten Gang. Bei der ersten Möglichkeit wird sie von oben durch die Klimaanlage eingeblasen und die erwärmte Luft ebenfalls oben – beziehungsweise seitlich – von der Klimaanlage aus dem Raum wieder abgesaugt. Diese Lösung kommt zum Einsatz, wenn beispielsweise in einem Rechenraum kein Doppelboden eingebaut ist. Durch die räumliche Nähe zwischen Einblas- und Absaugstutzen der Klimaanlage (wenn beide von oben kommen) entstehen allerdings die thermischen Kurzschlüsse – sprich es kommt zu relativ großen Verlusten. Anders formuliert: ein Teil der kalten Luft wird sofort wieder abgesaugt. Außerdem saugt die Klimaanlage einen Teil der erwärmten Luft aus den warmen Gängen nicht direkt ab, sondern diese Luft vermischt sich mit der von oben einströmenden kalten Luft und wird wieder von den Servern in die Schränke angesaugt. Das führt erneut zu höheren Verlusten.

Kommt die kalte Luft dagegen durch einen Doppelboden und somit von unten in die kalten Gänge, lässt sich ein Teil dieser Verluste vermeiden. Zwar wird auch bei dieser Anordnung die erwärmte Luft oben von der Klimaanlage abgesaugt. Doch die Luftkurzschlüsse zwischen den Einblas- und Absaugstutzen entfallen, da die Luftzuführung (sprich der Doppelboden) und die Luftabsaugung (also die Raumdecke) weit genug voneinander entfernt sind. Um aber die obersten Server eines Schrankes mit genügend kalter Luft zu versorgen, strömt auch in diesem Fall ein Teil der kalten Luft an den Servern vorbei, direkt zu den Ansaugstutzen der Klimaanlage.

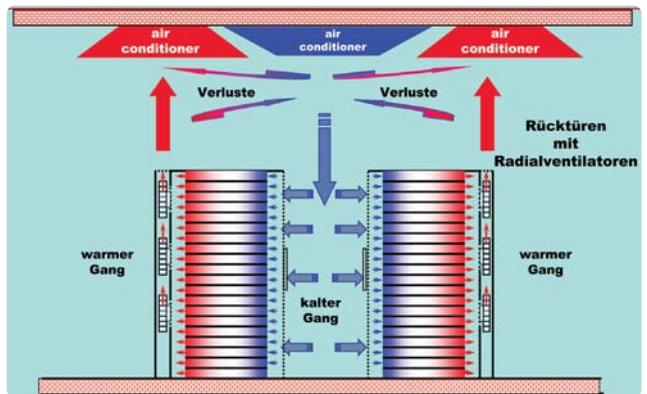
Bei einer solchen Konfiguration kommt es auf die passende Strömungsgeschwindigkeit der kalten Luft an: Ist sie zu gering, werden die oberen Server in den Schränken nicht ausreichend mit Kaltluft versorgt. Die Konsequenz: die Lufttemperatur im oberen Bereich der Schränke erreicht unzulässig hohe Werte, und es bilden sich Wärmeneister. Ist die Strömungsgeschwindigkeit dagegen zu hoch, strömt die kalte Luft zu schnell an den unteren Servern vorbei. Dadurch bekommen die Geräte zu wenig kalte Luft zugeführt. Dieser Balanceakt wird zusätzlich noch erschwert. Denn es kommt zwischen der kalten und warmen Luft zu einer Vermischung im kalten Gang und dadurch entwickelt sich eine Temperaturschichtung zwischen der unteren und oberen Schranklage. Diese Schichtung kann selbst in günstigen Fällen bis zu 5 Grad betragen. Dieser Effekt lässt sich letztendlich nur durch die Einhausung auf ein Minimum reduzieren.



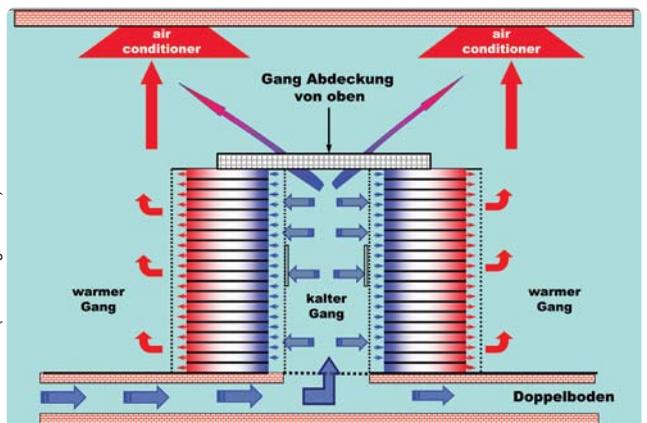
Kalte Luft kommt von oben (Abb. 1).



Kalte Luft kommt über den Doppelboden von unten (Abb. 2).



In den Rücktüren kommen Radiallüfter zum Einsatz (Abb. 3).

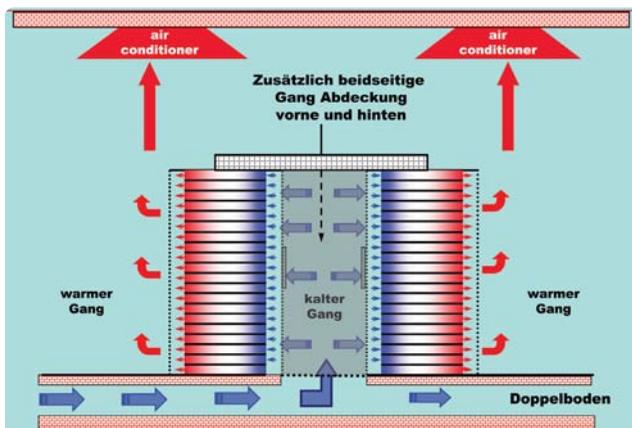


Abdecken des Kaltgangs (Abb. 4)

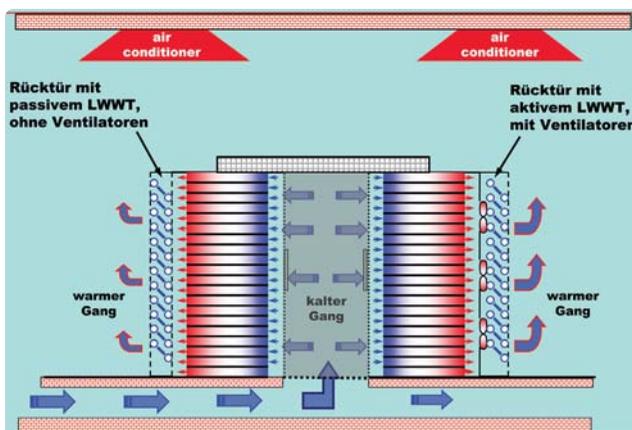
Quelle: Schroff (Abbildungen 1 – 4)

Um die Kühlung weiter zu optimieren, kann der Rechenzentrumsverantwortliche noch weiter in die Trickkiste greifen: Die üblichen Rücktüren der Serverschränke lassen sich durch Türen mit Ventilatoren ersetzen. Sie saugen die erwärmte Luft aus dem Serverschrank und blasen sie direkt zu den Absaugstutzen der Klimaanlage. Diese Variante spielt ihre Vorteile in erster Linie bei Serverräumen ohne Doppelboden aus. Denn sie vermeiden weitgehend die thermischen Kurzschlüsse zwischen der kalten und warmen Luft. Dadurch sinken die Verluste deutlich. Ein weiterer Vorteil des Konzepts ist die gleichmäßige Luftdurchströmung über die gesamte Schrankhöhe. Das wirkt sich auch bei der Anwendung in Serverräumen mit Doppelboden vorteilhaft aus. Einen Austausch der Standardtüren gegen Türen mit Radialventilatoren lässt sich in der Regel auch während des laufenden Betriebes abwickeln.

Um die Verluste aus den kalten Gängen zu minimieren und die Gradwanderung zwischen zu niedriger und zu hoher Strömungsgeschwindigkeit zu umgehen, gibt es bei der Kaltluftzufuhr über den Doppelboden verschiedene Möglichkeiten. Als einfachste Lösung kommt die Abdeckung der kalten Gänge von oben ins Spiel. Dadurch lässt sich zum einen die Strömungsgeschwindigkeit der kalten Luft reduzieren und zum anderen sicherstellen, dass der größte Teil der kalten Luft, die in den kalten Gang gelangt, auch von den Servern in den Schränken angesaugt wird. Dieser Ansatz reduziert die Temperaturschichtung entlang der Schrankhöhe – das kommt der Effizienzsteigerung der Klimaanlage zu Gute. In Laufrichtung des kalten Ganges kommt es allerdings weiterhin zu Verlusten.



Kaltgang wird zusätzlich hinten und vorne verschlossen (Abb. 5).



Wasserkühlung in den Türen (Abb. 6)

Zusätzlich zur Abdichtung von oben wird im nächsten Optimierungsschritt der kalte Gang auch vorne und hinten geschlossen. Dazu eignen sich Türen oder Schleusen. Somit entsteht eine abgeschlossene Zelle und mit ihr eine Art Zwangsführung der Luft. Die Kaltluft kann nur noch durch die Serverschränke strömen. Damit der so entstandene Kaltgang richtig funktioniert, wird in ihm ein konstanter Überdruck erzeugt, der idealerweise möglichst niedrig gehalten werden soll. Es entstehen keinerlei Verluste mehr – solange die Zelle möglichst dicht ist. Die Temperaturschichtung entlang der Schrankhöhe wird dabei generell beseitigt, eine optimale energetische Ausnutzung der Klimaanlage ist die Folge.

Beim nächsten Optimierungsschritt werden die Türen auf der Austrittsseite aus den Servern entweder durch Türen mit passiven LWWTs (Luft-Wasser-Wärmetauschern) oder aktiven LWWTs ersetzt. Der Einsatz der aktiven oder passiven LWWTs an dieser Stelle führt für eine vorhandene Klimaanlage zu einer erheblichen Entlastung. Die warme Serverluft kann vor dem Verlassen des Serverschranks sogar bis auf ein Niveau unterhalb der Lufteingangstemperatur gekühlt werden. Diese Eigenschaft kann vom Nutzen sein, wenn die Klimaanlage ihre physikalischen Grenzen bereits erreicht hatte, aber im Serverraum zusätzliche Server aufgestellt werden müssen.

## Rücktürkühlung bringt Gleichmäßigkeit

Bei Rücktüren mit aktiven LWWTs wird eine gleichmäßige Luftverteilung über die gesamte Höhe der Schränke erreicht. Die Ventilatoren der aktiven LWWTs saugen die warme Serverluft aus dem hinteren Serverschrankbereich durch den LWWT ab und blasen sie gekühlt in den Serverraum. Die servereigenen Ventilatoren werden dadurch kräftig unterstützt. Werden Rücktüren mit passiven LWWTs eingesetzt, muss der Luftwiderstand des Wärmetauschers exakt auf die Ventilatoren der jeweiligen Server abgestimmt werden, damit diese noch in der Lage sind, die erwärmte Luft auszublasen.

Noch effektiver wird die Kühlung durch den Einsatz von je zwei LWWTs rechts und links innerhalb der geschlossenen „kalten Zelle“ – am Ende der Schrankreihen. Zusätzlich lassen sich die Rücktüren auch noch mit Radialventilatoren ausrüsten. Hierbei gilt es allerdings die Varianten Fälle mit und ohne Doppelboden separat zu betrachten. In beiden Fällen wird jedoch die Effizienz der Serverkühlung erhöht. Ist ein Doppelboden vorhanden, ergeben sich auf diese Art durch die Beimischung zusätzlicher kalter Luft gleich mehrere Vorteile:

- Die Lufttemperatur in der kalten Zelle kann gegenüber der Lufttemperatur aus dem Doppelboden deutlich gesenkt werden.
- Die Luftmenge, die jetzt den Servern zur Verfügung gestellt wird, erhöht sich.
- Die überschüssige Menge an Kaltluft aus dem Doppelboden, kann anderen Serverschränken zur Verfügung gestellt werden.
- Die Serverschränke nahe an den LWWTs beziehen mehr kalte Luft von den LWWTs und weniger aus dem Doppelboden. Dadurch können die mittleren Schränke mehr kalte Luft aus dem Doppelboden beziehen.
- Die Verteilung der Luftströmung über die gesamte Höhe der Serverschränke wird deutlich gleichmäßiger.

Ist dagegen kein Doppelboden eingebaut, ist bei der Bildung einer solchen „kalten“ Serverzelle die maximal mögliche Kühlleistung der LWWTs und die Erreichbarkeit beziehungsweise Versorgung der einzelnen Serverschränke mit kalter Luft zu beachten. Auch hier ergeben sich mehrere Vorteile:

- Die Serverschränke können mit deutlich kühlerer Luft versorgt werden, als die Klimaanlage zur Verfügung stellen kann.

Quelle: Schroff (Abbildungen 5.–6)

### EFFIZIENZVERGLEICH ZWISCHEN VERSCHIEDENEN KÜHLUNGSKONZEPTEN

In einem White Paper von Schroff wurden die Kühleffizienz und die Kosten für drei verschiedene Kühlkonzepte mit jeweils gleicher Verlustleistung (300 Kilowatt) untersucht. Als Ausgangssituation wurde ein Rechenzentrum mit einer Gesamt-Verlustleistung aller Server von 300 Kilowatt angenommen. Unter Berücksichtigung der höchst möglichen Verlustleistung pro Schrank wurden Kühleffizienz und Kosten für die verschiedenen Kühlkonzepte untersucht.

Beim Konzept I handelt es sich um einen Aufbau mit kalten und warmen Gängen mit reiner Luftkühlung. Dabei lassen sich bis zu fünf Kilowatt (kW) pro Schrank abführen – womit 60 Schränke notwendig werden.

Das Konzept II basiert auf einer Einhausung der kalten und warmen Gängen und weiterhin reiner Luftkühlung. Prinzipiell besteht die Möglichkeit sowohl kalte als auch warme Gänge einzuhausen. Im Effizienzvergleich wird die Kaltgang-Einhausung herangezogen. Dabei ist die abführbare Wärme pro Schrank mit 10 kW ausgerechnet – damit ergibt sich eine Anzahl von 30 Schränken.

Das dritte Konzept stellt einen Aufbau mit wassergekühlten Serverschränken dar. Der Rechenwert für die abführbare Wärmemenge liegt hier bei 15 kW – somit sind 20 Schränke nötig.

Beim Vergleich geht das White Paper von der gleichen Raumgröße für alle Konzepte aus. Der bei den luftgekühlten Rechenzentren notwendige Doppelboden bleibt für die wassergekühlte Ausführung

(also das dritte Konzept) für die Unterbringung der Wasserrohre und gegebenenfalls auch für die Verkabelung erhalten. Der erhöhte Platzbedarf für Kalt-/Warmgang-Anordnung im Vergleich zur Einhausung und gegenüber wassergekühlten Serverschränken ist ein wichtiger Vorteil des dritten Konzepts. Die unterschiedlich notwendige Anzahl an Serverschränken wird bei den Investitionskosten bewertet, allerdings lässt sich der erhöhte Platzbedarf nur schwer bei den Kosten erfassen und wird im weiteren Effizienzvergleich nicht berücksichtigt.

Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen belegen den Vorteil einer Klimatisierung mit wassergekühlten Serverschränken. Aus ökologischer Sicht ist der CO<sub>2</sub>-Ausstoß dank eines relativ niedrigen Stromverbrauchs geringer. Außerdem ist auch das Kühlmedium Wasser sehr umweltfreundlich. Hinzu kommen ein geringerer Geräuschpegel und damit ein humaneres Raumklima.

Da Rechenzentren in der Regel für einen Betrieb über viele Jahre ausgelegt sind, werden auch die ökonomischen Vorteile des dritten Konzepts deutlich. Die im Vergleich etwas höheren Investitionskosten bei der Hardware werden über eine Laufzeit von zehn Jahren durch die niedrigeren Betriebskosten mehr als ausgeglichen. Das bedeutet weniger Kosten bei gleichzeitig höherer Effizienz. Nicht zuletzt ergeben sich auch technologische Vorteile beim Einsatz wassergekühlter Serverschränke, wie zum Beispiel die Skalierbarkeit durch die unabhängige Kühlung einzelner Schränke und die höhere Kühlleistung (bis 15 kW) pro Schrank.

- Die Raumklimaanlage wird üblicherweise deutlich entlastet.
- Dieses Konzept lässt sich auch in Räumen anwenden, die sonst nicht als Serverräume gelten.
- Die Verteilung der Luftströmung über die gesamte Höhe der Serverschränke erfolgt gleichmäßiger, was die Entstehung von Wärmeneuern verhindert.
- Die Temperaturschichtung entlang der Schrankhöhe wird so gut wie beseitigt. Dadurch ergibt sich eine höhere energetische Effizienz des gesamten Systems.
- Dieses Konzept kann durch den Einsatz der oben beschriebenen Kühltüren mit allen dort erwähnten Vorteilen weiter ausgebaut werden.

In der letzten Optimierungsstufe werden die nachträglich aufgestellten Serverschränke im geschlossenen Zustand über LWWTs gekühlt. Dadurch entsteht ein raumunabhängiges Kühlkonzept und die Vorteile einer Wasserkühlung können uneingeschränkt genutzt werden. Die Schrankinnentemperatur wird exakt auf die Serverbedürfnisse abgestimmt, die sonstige Infrastruktur bleibt dabei unberührt.

#### Trumpfkarte Raumunabhängigkeit des Kühlkonzepts

Mit diesem Optimierungskonzept lassen sich bestehende Rechenzentren, deren Klimaanlage so ausgelastet ist, dass die Erhöhung der Kaltluftmenge nicht mehr möglich ist, aber Reserven für eine zusätzliche Wasserkühlung noch vorhanden sind, mit weiteren Serverschränken bestücken. Die bereits vorhandenen Serverschränke werden weiterhin über die zentrale Klimaanlage gekühlt. Im Bedarfsfall muss ein zusätzlicher Chiller (Kaltwassersatz) für die LWWTs aufgestellt werden. Wird ein Serverraum dagegen nicht nachträglich aufgerüstet,

sondern neu konzipiert, können von vorneherein alle Serverschränke raumunabhängig über LWWTs gekühlt werden. Dadurch werden nur die Bereiche im Rechenzentrum gekühlt, die Kühlung benötigen. Im Normalbetrieb kann so die Leistung der Klimaanlage auf ein Minimum heruntergefahren werden. Die Klimaanlage muss nur den Teil der Wärme abführen, der durch die Schrankoberflächen an den Raum abgegeben wird und übernimmt zusätzlich eine Sicherheitsfunktion. Sollte einer der eingebauten LWWTs ausfallen, öffnet sich zum Beispiel automatisch die Tür dieses Serverschranks und die Server werden für eine gewisse Zeit mit der von der Klimaanlage gekühlten Raumluft versorgt.

Ein Aspekt sollte aber trotz aller energetischer Vorteile der Einkapselung nicht außer Acht gelassen werden: Unter dem Blickwinkel Brandschutz sind weitere Aktionen nötig, denn traditionelle Rauchmelder im Rechnerraum bekommen von eventuellen Rauchpartikeln in den abgeschlossenen Einhausungen nichts mit. Mehr Informationen zum Brandschutz bietet der Beitrag ab Seite 13.

*Rainer Huttenloher*

### WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

Betriebssichere Rechenzentren – Leitfadens, Version 2, BITKOM

Optimierung der Serverschrank-Entwärmung zur Effizienzverbesserung..., White Paper, Schroff, Adam Pawlowski

Kosten- und Effizienzvergleich zwischen drei Konzepten der Rechenzentrumsentwärmung, White Paper, Schroff, Adam Pawlowski und Markus Gerber

# Thermalmanagement verspricht Zukunftssicherheit

## Wärmelast durch Blade-Server fordert die Klimatisierung

Als ganzheitlich geplantes Rechenzentrum bezeichnet die Hannover Rückversicherung AG ihr Data Center. Galt es doch bereits bei der Planung, die Zukunftsfähigkeit sicherzustellen und dabei die Kapazitätsanforderungen einzubeziehen, die sich durch den massiven Einsatz von Blade-Servern künftig ergeben. Entstanden ist ein systematisch geplantes Rechenzentrum, das sich durch intelligente Konzepte aus Servertechnologie, Klimaplanung und redundanter Infrastruktur auszeichnet. Es bietet 430 Quadratmeter Standfläche für IT-Komponenten.

**K**omplexe IT-Systeme haben die Aufgabe, die Geschäftsprozesse optimal zu unterstützen. Doch diese unterliegen ständigen Weiterentwicklungen, was automatisch auch die Anforderungen an die IT-Infrastruktur fordert. Fortschritte in der Leistungsfähigkeit der Systeme aber auch der steigende Kostendruck auf die Unternehmen erfordern daher flexible und vor allem ausbaufähige Lösungen. Nur so lassen sich zukünftige Konzepte weitgehend problemlos integrieren.

„Unser Anspruch war es, ein modernes und zukunftsfähiges Rechenzentrum zu schaffen, das Kapazitätsanforderungen der nächsten Jahre mit einkalkuliert und somit flexibel auf sich ändernde Leistungsdichten reagiert“, erläutert Michael Recke, System Engineer Information Technology und Projektleiter bei der Hannover Rückversicherung. Für die Umsetzung hat die Versicherung in Knürr einen Anbieter gefunden, der mit individuellen und modularen Serverschränken für eine effiziente Belegung innerhalb des Rechenzentrums sorgt. Sowohl Standardschränke als auch kundenspezifisch angepasste Systeme, wie die Cooltherm-Reihe, die die hohe Leistungsdichte der Blade-Server berücksichtigen, kamen dabei zum Einsatz. „Sukzessive laufen unsere Planungen darauf hinaus, die Anzahl der Blade-Server zu erhöhen. Aufgrund unserer Prognosen und Wachstumsabschätzungen legen wir die integrierten Serverschränke so aus, dass die bestehenden Sys-

teme durch bis zu 900 Blades problemlos abgelöst werden können“, konstatiert der Projektleiter und ergänzt „Wir wachsen in der Verdichtung. Blade-Server bieten durch ihre kompakte Bauweise eine enorme Leistungsdichte bei gleichzeitig hoher Rechenleistung und passen sich daher exakt unseren Anforderungen an. Eine benutzerfreundliche Installation und Wartung neuer Server wird durch eine Vorverkabelung der Racks erreicht. So ist es möglich, Server einfach ins Netzwerk einzubinden, ohne Kabel erneut durch den Doppelboden verlegen zu müssen“.

Die redundante Auslegung vieler Komponenten im Rechenzentrum nimmt eine zentrale Bedeutung ein, da sämtliche kritische Geschäftsprozesse IT-unterstützt abgewickelt werden. „Neben einem räumlich getrennten Backup-Rechenzentrum in einigen Kilometern Entfernung, haben wir uns in Sachen Unterbrechungsfreie Stromversorgung – USV – für eine speziell angefertigte Power Distribution Unit – kurz PDU – entschieden. Sie ist an ein Stromschienensystem angeschlossen und sorgt für eine skalierbare und gesicherte Stromversorgung im Rack. Hinzu kommt eine redundante Stromverteilung mit einer auf 1600 kVA konzipierten USV im Endausbau und ein Dieselaggregat für die Notstromversorgung mit einem Vorrattank, der 50 000 Liter fasst“, skizziert Recke das Szenario.

## High-Density-Lösung fordert eine hohe Kühleffizienz

Die Regulierung von Wärmelasten im Rechenzentrum ist eine entscheidende Komponente für effektiv arbeitende IT-Systeme. „Die Raumklimatisierung allein reicht in leistungsstarken Rechenzentren mit hoher Packungsdichte nicht aus. Um sogenannte Hot Spots zu vermeiden, sind Klimatisierungssysteme wichtig, die direkt im Serverschrank für Kühlung sorgen“, führt Peter Koch aus. Der Chief Technology Officer bei Knürr sieht vor allem in den leistungsstarken Blade-Servern die Übeltäter: „Sie sorgen für verstärkte Wärmeentwicklungen und müssen daher besonders gut gekühlt werden. In Ergänzung zur konventionellen Doppelboden-Klimatisierung wird mit Cooltherm daher auf ein ganzheitliches Thermalmanagement im Serverschrank gesetzt.“ Die skalierbare Lösung ermögliche die flexible Ausrichtung auf steigende Anforderungen, sodass zu den bisher 14 imple-



Quelle: Knürr/Emerson Network Power

**Möglichst gut den vorhandenen Raum ausnutzen – so lautete die Devise beim Rechenzentrums-Design der Hannover Rückversicherung (Abb. 1).**

mentierten Cooltherm-Einheiten weitere Komponenten nachgerüstet werden können.

„Die Kühlung im Serverraum ist ein entscheidender Aspekt. Sowohl die Verfügbarkeit geschäftskritischer Anwendungen als auch die Einflussnahme auf den Wirkungsgrad werden letztendlich von der Klimatisierung bestimmt. Steigende Stromdichten in den Racks tragen zu erhöhter Kühlanforderung und damit erhöhtem Energieverbrauch bei. Ein effizientes System ist daher unerlässlich“, verdeutlicht Recke.

Das System bildet mit dem jeweiligen Serverschrank eine in sich geschlossene Einheit und sichert so eine bedarfsgerechte Klimatisierung, die Energiekosten reduziert und CO<sub>2</sub>-Emissionen verringert. „Jedes Kilowatt elektrische Leistung, das von IT-Komponenten verbraucht wird, setzt wiederum Wärme frei. Diese Abwärme gilt es zu kontrollieren, damit die Betriebstemperatur konstant gehalten werden kann“, erklärt Koch. Die Thermalmanagement-Lösung, die durch geeignete Klimatisierung die IT-Infrastruktur verfügbar und in einem gesicherten Temperaturbereich hält, bietet durch Luft-Wasser-Wärmetauscher eine gezielte Rack-Klimatisierung und sorgt dort für ein skalierbares Mikroklima.

Das Prinzip der innovativen Technologie erläutert der Fachmann: „Die produzierte Abwärme wird nicht wie bisher an die Umgebung abgegeben. Vielmehr sorgt ein geschlossener Luftkreislauf mit Hochleistungs-Luft-Wasser-Wärmetauscher unmittelbar unterhalb der Elektronik im Rack für sichere, zuverlässige und vor allem angepasste Kühlleistung. Die gesamte Kälteleistung für die Kühlung des RZs beträgt insgesamt 1320 kW. Eine Vorlauftemperatur von 16 Grad Celsius ermöglicht eine abzuführende Wärmemenge von bis zu 27 kW pro Schrank.“ Dabei sei eine kanalisierte Luftführung im gesamten Schrank sowie die Ableitung der Wärme durch Kühlwasser charakteristisch. Somit werde der Energiebedarf für die Klimatisierung im RZ der Versicherung durch ein hohes Temperaturniveau im Vorlauf der wassergekühlten Schränke, EC-geregelte Lüfter in den Umluftgeräten sowie drehzahlgesteuerte Pumpen im gesamten Kältekreislauf reduziert.

### Gute Gründe für eine Thermalanalyse im RZ

Um die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der IT-Plattformen sicherzustellen und gleichzeitig die Energieeffizienz im Rechenzentrum zu steigern, empfiehlt es sich generell, schon im Vorfeld geeignete Vorkehrungen zu treffen. Dazu gehört die Analyse der physikalischen Infrastruktur von Rechenzentren. Mit dem Coolscan von Knürr wird ein Klima-Check-up aller mechanischen, elektrischen und klimatechnischen Bedingungen im Rechenzentrum durchgeführt. Diese Begutachtung lässt sich, so Peter Koch, in drei Leistungsbereiche einteilen:

- Stufe 1 bietet eine qualitative Kurzanalyse der Infrastruktur. Dabei erfolgt im ersten Schritt eine Bestandsaufnahme auf Basis des Raum-Layouts. Bei der Begehung wird mithilfe einer Infrarot-Kamera eine Momentaufnahme der Temperaturverteilung an kritischen Punkten, den Hot Spots, erfasst. Schließlich werden die Ergebnisse und mögliche Lösungskonzepte anhand der Begutachtung sowie eines Protokolls vorgestellt und erläutert.
- Stufe 2 geht bewusst einen Schritt weiter und bietet eine genaue, quantitative Analyse der RZ-Infrastruktur. Neben der Momentaufnahme wird eine detaillierte Bestandsaufnahme des gesamten Kühlsystems anhand von Messungen, Planungsunterlagen und Gerätehandbüchern durchgeführt. Fragestellungen zu Schrank, Doppelboden, Raum und IT-Wärmelasten werden durch die installierten Komponenten intensiv betrachtet und der Stromverbrauch anhand der ermittelten Werte dargestellt. Die Durchführung einer Schwachstellenanalyse mündet in konkreten Umsetzungsempfehlungen sowie einer schriftlichen Dokumentation der Ergebnisse.



Quelle: Knürr/Emerson Network Power

Zufriedenheit über das ganze Gesicht zeigen Michael Recke, Hannover Rückversicherung, und Holger Streland von Knürr (v. l.) (Abb. 2).

- Die Stufe 3 schafft nicht nur die technische Grundlage, sondern bewertet zusätzlich zur Umsetzungsempfehlung das Rechenzentrum als Gesamtsystem. Dabei wird ein detailliertes Lösungskonzept erarbeitet. Da die Systemauslegung der physikalischen Infrastruktur langjährige Erfahrung im Projektgeschäft voraussetzt, werden für die Beratungsleistung Experten aus kompetenten Planer- und Architekturbüros hinzugezogen. So können zur Ermittlung möglicher Energieeinsparungen im Bereich des Kühlsystems Leistungsmerkmale messtechnisch erfasst und eine Simulation des RZs anhand von computergestützten Strömungsmodellen dargestellt werden. Dabei werden sämtliche Systemparameter aufgezeigt und die Kühlleistung des gesamten Kühlsystems ermittelt. Neben der Wirtschaftlichkeitsberechnung lassen sich die Rentabilität von möglichen Investitionen sowie anfallende Kosten von Investitionsgütern (ROI und TCO) ermitteln und in einer umfangreichen schriftlichen Dokumentation zusammenfassen.

„Aufgrund unserer spezifischen Anforderungen hat der Hersteller die Cooltherms noch mit modifizierten Luftleitblechen für die hohe Kabeldichte versehen“, erklärt Recke. Darüber hinaus weist der Projektleiter auf eine Besonderheit hin, die nur mit Knürr-Racks realisierbar war: „Insgesamt 120 LAN-Ports sowie 24 Lichtwellenleiteranschlüsse sind in die senkrechten Höheneinheit der Schränke integriert worden. Die Herausforderungen bei der Verlegung der immensen Menge an Leitungen und Verkabelungen sind durch das Kabelmanagement gelöst.“

„Ziel war es, die Investitionen auf ein notwendiges Maß zu reduzieren, allerdings unter der Voraussetzung, dass der Lösungsaufbau die Integration von Erweiterungen zulässt“, verdeutlicht Recke die Anforderungen an das RZ und den IT-Anbieter. Knürr habe dabei mit einem hocheffizienten Wärmemanagement und individuellen Maßanfertigungen wie beispielsweise einer PDU mit 42 Stromanschlüssen je Rack sowie verschließbaren Serverschränken einen wesentlichen Beitrag für ein speziell auf die Bedürfnisse der Hannover Rückversicherung ausgerichtetes RZ geleistet. „Auch die Anzahl der Höheneinheiten pro Rack bot einen unschlagbaren Platzvorteil. Die 80 cm breiten Schränke ermöglichen ein Mehr an Höheneinheiten und somit Platz für Systeme, die bei uns zusätzliche zehn Racks entsprechen. Dies ist nur durch die senkrechte Anordnung von zusätzlichen Höheneinheiten möglich. Das ist ein wichtiges Argument, wenn es wie bei uns um die Berücksichtigung limitierter Platzverhältnisse beim RZ-Bau geht“, hebt Recke hervor.

Rainer Huttenloher

# Rechenzentrum und Infrastruktur – Komponenten, Kabel, Netzwerke

Die nächste Verlagsbeilage erscheint mit der *iX*-Ausgabe 8/2010 am 15. Juli 2010.  
Dabei sind folgende Themen geplant:

**Verkabelung:** „Power over Ethernet“ erfordert vorsichtige Planung. Das Zusammenfassen von Strom und Datenübertragung auf einem Kabel breitet sich auf dem Markt weiter aus. Die Anwendungsmöglichkeiten von „Power over Ethernet“ (PoE) vervielfältigen sich, wenn höhere Leistungen den angeschlossenen Endgeräten zur Verfügung gestellt werden können. Mit der Nachfolge-Technik „PoEplus“ lässt sich noch mehr elektrische Energie auf dem Datenkabel übertragen – das zieht allerdings eine größere Erwärmung der Adern mit sich. Wer in seine Datennetze PoEplus integrieren will, muss bei der Auswahl des Verkabelungssystems also besonders sorgfältig sein und einige Limitierungen beachten. Ein Risikofaktor sollte allerdings nicht unter den Tisch fallen: die Gefahr des Abbrands von Kontakten bei Steckvorgängen unter Spannung.

**KVM-Technik:** TCP/IP sprengt die Grenzen. 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. Bei der Technik KVMoIP (KVM over IP) laufen die KVM-Signale über die vorhandene Netzwerkinfrastruktur. Es sind dabei keine dedizierten Verbindungen mehr nötig, sondern die Signale passieren ganz regulär die Switches und Router im Netzwerk. Kommen entsprechend optimierte KVMoIP-Geräte zum Einsatz, gibt es überhaupt keine Längenbeschränkungen mehr. Besondere Aufmerksamkeit müssen die Administratoren dabei aber der Absicherung von Übertragungswegen schenken.

## 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:

Rainer Huttenloher, Peter Wäsch

#### DTP-Produktion:

Enrico Eisert, Wiebke Preuß, Matthias Timm, Hinstorff Verlag, Rostock

#### Korrektur/Chefin vom Dienst:

Wiebke Preuß

#### Fotografie:

Martin Klaus Fotografie, Despetal / Barfelde

#### 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:

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

#### Anzeigendisposition:

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 Räufer -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

#### Teamentwicklung 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.

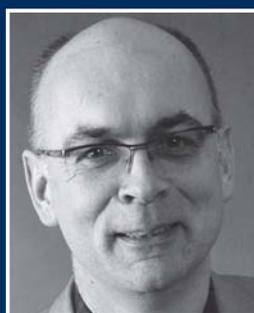
Huber + Suhner	<a href="http://www.hubersuhner.de">www.hubersuhner.de</a>	S. 5
IP Exchange	<a href="http://www.ip-exchange.de">www.ip-exchange.de</a>	S. 28
Thomas Krenn	<a href="http://www.thomas-krenn.de">www.thomas-krenn.de</a>	S. 2
Rittal	<a href="http://www.rittal.de">www.rittal.de</a>	S. 14, 15
Schroff	<a href="http://www.schroff.de">www.schroff.de</a>	S. 19

# RECHENZENTREN UND INFRASTRUKTUR

Komponenten, Kabel, Netzwerke

Früh  
buchen –  
bis 25 %  
sparen!

## › Veranstaltungsreihe 2010 ‹



### Dipl. Ing. Rainer Huttenloher

präsentiert als langjähriger Chefredakteur einschlägiger Computer-Fachzeitschriften praxisnahes Know-how:

- › Hochgeschwindigkeitsverkabelung  
LWL- und Kupferverkabelungssysteme, Normierungstrends,  
Zertifizierung von Verkabelungssystemen
- › Energieeffizienter RZ-Betrieb  
Unterbrechungsfreie Stromversorgungen, Energiesparende Kühlkonzepte,  
KVM-Switches

Profitieren Sie von diesen hochkarätigen Veranstaltungen und erleben Sie Tage voller nützlicher Informationen zu ausgewählten Themen.

**Termine:**  
18. Mai 2010                      Düsseldorf/Neuss  
21. September 2010            Frankfurt/Main  
09. Dezember 2010            Hamburg

**Zielgruppe:**                      Leiter Netzwerk, Leiter Rechenzentrum sowie Netzwerk-Administratoren und -Ingenieure

**Kosten:**                            177,31 Euro (149,00 Euro ohne MwSt.)

sponsored by:



DAXTEN

ITENOS



HUBER+SUHNER  
Excellence in Connectivity Solutions



[www.rechenzentren-infrastruktur.de](http://www.rechenzentren-infrastruktur.de)

powered by:



Conferences, Seminars, Workshops

# Business Class Rechenzentren

Colocation, Housing, Hosting, Management, 24/7 Service

2011



Erweiterung 4-8 im Bau

## München

Bezug ab 2011, individualisierte Anpassung  
an Ihre Anforderungen jetzt noch umsetzbar.

Hochverfügbar, maximal gesichert, perfekt ausgestattet,  
entsteht in 4 Bauabschnitten neue RZ Fläche in Innenstadtlage.

**TÜV**  
TÜV Saarland Standard

Geprüftes  
Rechenzentrum

Freiwilliges Prüfzeichen

**TÜV**  
TÜV Saarland Standard

Service  
tested

Kundenurteil (100 Befragte)  
gut (1,67)

Freiwilliges Prüfzeichen

**TÜV**  
TÜV Saarland Standard

Geprüfte  
Energieeffizienz

Freiwilliges Prüfzeichen



*Sprechen Sie mit uns über Kosten- &  
Aufwandsminimierung bei gleichzeitiger  
Effizienzsteigerung Ihrer Serverstrukturen  
im externen Housing / Outsourcing.*