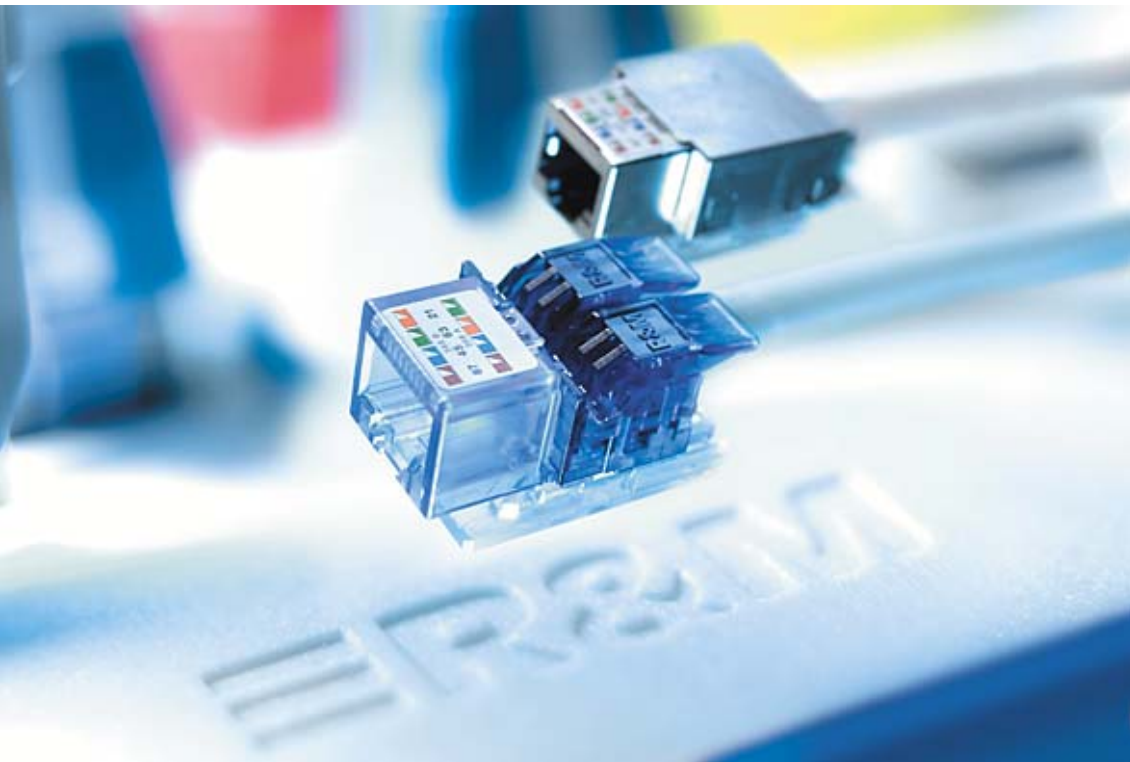


White Paper



Einfluss von Verkabelungssystemen auf die Verfügbarkeit von Rechenzentren



Convincing cabling solutions

Einfluss von Verkabelungssystemen auf die Verfügbarkeit von Rechenzentren

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Wirtschaftliche Erfolgsfaktoren für Rechenzentren.....	3
1.1.	Das Ziel: Keine Ausfälle – trotz zahlreicher Herausforderungen	3
1.2.	Infrastruktur und menschliche Fehler – die grössten Ausfallrisiken	4
1.3.	Die Folgen von Ausfällen: Kosten	5
2.	Standards für die Rechenzentrums-Infrastruktur	6
2.1.	Eindeutige Strukturen helfen, Fehler zu vermeiden.....	6
2.2.	Prioritäten helfen, wirtschaftlich zu planen und zu produzieren.....	7
3.	Hauptanforderungen an die Verkabelung	8
3.1.	Hohe Leistungs- und Anpassungsfähigkeit über lange Zeiträume	8
3.2.	Die nächste Generation: 10 Gigabit Ethernet über Glasfaser und Kupfer.....	9
3.3.	Die Bedeutung von Schirmung, Erdung und Potentialausgleich	12
4.	Planungsgrundlagen und Kriterien für die Produktauswahl.....	14
4.1.	Zukunftssichere Planung von Rechenzentrums-Netzwerken	14
4.2.	Höchste Zuverlässigkeit für Backbone und Storage Area vorsehen	15
4.3.	Flexibilität und Skalierbarkeit für Switch- und Server-Racks einplanen	17
4.4.	Konsequente Sicherheitslösungen wählen	18
4.5.	Qualitätssicherung über die gesamte Wertschöpfungskette anstreben	19
5.	Schlussfolgerungen.....	20
6.	Quellen und weitere Informationen	20

© Copyright 2007 Reichle & De-Massari AG (R&M). Alle Rechte vorbehalten.

Weitergabe und Vervielfältigung dieser Publikation oder von Teilen daraus sind, zu welchem Zweck und in welcher Form auch immer, ohne die ausdrückliche schriftliche Genehmigung durch Reichle & De Massari AG nicht gestattet. In dieser Publikation enthaltene Informationen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Die Erstellung dieses Dokuments erfolgte mit grösstmöglicher Sorgfalt, es enthält den zum Zeitpunkt der Erstellung aktuellen technischen Stand. Technische Änderungen vorbehalten.

Hochverfügbare Rechenzentren brauchen innovative, verlässliche Verkabelungssysteme

Die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit von Datenzentren ist für das gesamte Marktgeschehen heute lebenswichtig. Börsen, Unternehmensprozesse, Handel, Verkehr und viele Dienstleistungen verlassen sich auf einen reibungslosen Betrieb von Rechenzentren. Die zu verarbeitenden Datenvolumina steigen unablässig und erfordern eine Leistungsverdichtung in Rechenzentren. Gleichzeitig müssen ihre Betreiber operative Kosten unter Kontrolle behalten, die Rentabilität steigern und Fehlerquellen eliminieren, die zu Ausfällen führen können. Statistiken zeigen, dass die grosse Mehrzahl von Pannen in Rechenzentren auf Probleme mit der passiven Infrastruktur oder menschliches Fehlverhalten zurückzuführen ist. Also ist der Hebel bereits bei der Infrastrukturplanung und Verkabelung anzusetzen, um die Verfügbarkeit zu steigern. Aktuelle Normen mit ihrem hohen qualitativen Anspruch sind die Grundlage dafür. Noch weiter reichende Möglichkeiten bietet Reichle & De-Massari mit dem Verkabelungssystem R&Mfreenet. Modulares Systemdesign unterstützt Rechenzentren bei der schnellen, flexiblen und rentablen Anpassung an aktuelle Markt- und Betriebsanforderungen. Vollendete Qualität, Schweizer Präzision und innovative Lösungen garantieren Übertragungssicherheit und Hochverfügbarkeit sowie Stabilität bei operativen Kosten.

Anwendung:	Datacenter, Enterprise Cabling
Technologie:	Kupfer- und Fiber Optic-Verkabelung, 10 Gigabit Ethernet
Format:	White Paper
Themen:	Netzwerk und Verkabelung in Rechenzentren, Ausfallrisiken, Sicherheit, Verfügbarkeit, Standards, Flexibilität, Skalierbarkeit, 10 Gigabit Ethernet, Erdung, Potentialausgleich, RZ-Planung
Ziel:	Grundlegende Informationen und Entscheidungskriterien zu Verkabelungssystemen für Planung und Betrieb hochverfügbarer und sicherer Rechenzentren.
Zielgruppe:	Planer, Leiter und Betreiber von Rechenzentren
Autor:	Manfred Schmid
Erschienen:	Mai 2007

Dieses White Paper informiert aus dem Blickwinkel der Rentabilitätsfrage über heutige Standards, Planungsgrundlagen und spezifische Anforderungen, die hochverfügbare und auf Höchstleistung getrimmte Rechenzentren an passive Infrastrukturen und Verkabelungssysteme stellen.

1. Wirtschaftliche Erfolgsfaktoren für Rechenzentren

1.1. Das Ziel: Keine Ausfälle – trotz zahlreicher Herausforderungen

Dienstleistungen in Rechenzentren (RZ) nehmen an Bedeutung zu, weil sie zunehmend geschäftskritisch werden. Die Anzahl der IT-Dienstleistungen steigt im gleichen Ausmass wie die Menge der zu verarbeitenden Daten. Immer mehr dieser Dienstleistungen müssen jederzeit verfügbar sein. Die Folge: Für Rechenzentren wird es schwieriger, sogar geplante Wartungsarbeiten durchzuführen. Die jederzeitige Verfügbarkeit wird nicht nur von den Unternehmen selbst und im B2B-Markt gefordert, sondern zunehmend auch von der breiten Öffentlichkeit und den auf Rechnern basierenden Kommunikationsanwendungen.

Die Anforderungen steigen weiter durch den Wunsch der RZ-Betreiber, ohne Leistungseinbussen die operativen Kosten zu senken. Erweiterungen, Umstellungen, Umzüge müssen bewältigt werden, ohne die Verfügbarkeit zu beeinträchtigen. Upgrades stellen grosse Herausforderungen an den laufenden Betrieb.

Die Vielzahl verschiedener Generationen aktiver Netzwerk-Komponenten bereitet oft noch grössere Probleme, da die einzelnen Geräte verschiedene Leistungsmerkmale aufweisen. Durch zunehmende Standardisierung der Komponenten und der Organisation haben sich die Rechenzentren diesen Anforderungen angepasst. Modulare Systeme wie Blade Server – ergänzt durch Remote Management und Server Clustering – helfen den Betreibern, Personal einzusparen oder auszulagern.

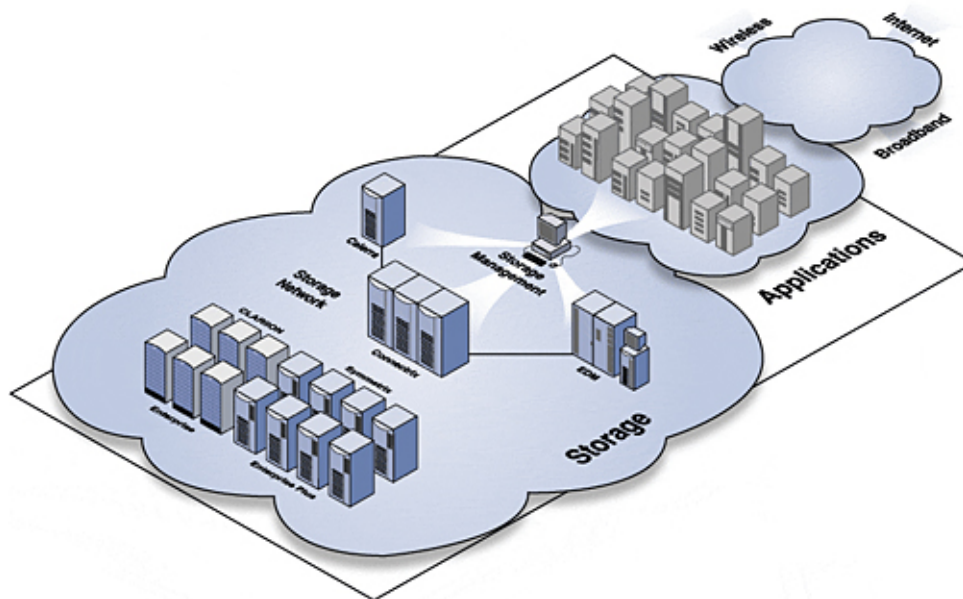


Bild 1: Rechenzentren sind rasant zunehmenden, vielfältigen Anforderungen ausgesetzt. Grafik: EMC

All diese Massnahmen helfen möglicherweise, die operativen Kosten zu senken. Sie können aber die Verfügbarkeit eines Rechenzentrums beeinträchtigen, da gleichzeitig Wahrscheinlichkeit von schwierig zu analysierenden menschlichen Fehlern zunimmt bzw. die Folgen von Irrtümern und Manipulationen sehr schnell ein grösseres Ausmass annehmen können. Diesen Herausforderungen und Risiken steht das wichtige Ziel der Hochverfügbarkeit gegenüber.

1.2. Infrastruktur und menschliche Fehler – die grössten Ausfallrisiken

Verschiedene, voneinander unabhängige Studien zeigen, dass lediglich 7 % der Datenverluste durch Computerviren verursacht werden, während 44 % von Hardwarefehlern und 32 % von menschlichen Fehlern herrühren. Andere Studien zeigen, dass 59 % der Netzwerkprobleme direkt auf die physikalische Infrastruktur und Steckverbindungen zurückzuführen sind. In anderen Worten: Die Mehrzahl der Ausfälle wird durch einfache Hardwareprobleme verursacht und ein Grossteil geht auf menschliches Versagen bei Installation, Wartung und Betrieb zurück.

Es wird niemals möglich sein, den Menschen als Fehlerquelle komplett auszuschliessen. Jedoch können Irrtümer, Unterlassungen und Fehler durch gute Prozessabläufe und organisatorische sowie technische Massnahmen reduziert werden. Beispielsweise ist ein professionelles, schlüssiges Kabelmanagement ein integraler Bestandteil dieser Prozesse. Es hilft durch eine eindeutige Identifizierung der einzelnen Kabel, Fehlern vorzubeugen und den Zugang zu den verbindenden Geräten freizuhalten. Ebenso wichtig wie eine korrekte Identifikation ist die richtige End-zu-End-Verbindung und Leitungsisolierung. Darüber hinaus können sinnvolle Sicherheitsfeatures die Risiken beim Management der Pacht kabel verringern.

Die Qualität der Installation spielt ebenfalls eine immer wichtigere Rolle. Schon kleinste Installationsfehler beeinflussen die Datenübertragung – insbesondere bei einem Netzwerkbetrieb mit Gigabit Ethernet und 10 Gigabit Ethernet. Die Fehlertoleranz moderner Netzwerke in Rechenzentren sinkt dramatisch. Erst vor wenigen Jahren wurde Gigabit-Ethernet zum Standard für Serververbindungen. Jetzt macht sich der Wunsch nach noch höheren Datenraten bemerkbar. Die Standards für 10 Gigabit Ethernet sind bereits formuliert. Bei

10 Gigabit Ethernet handelt es sich aber um eine sensible Hochfrequenz-Anwendung mit entsprechend strengen Anforderungen an das Kabelsystem und die aktiven Komponenten. Gleichzeitig wird die schnelle Fehlerbehebung erschwert, denn fehlerhafte Datenpakete können in der enormen Gesamtmenge an Daten untergehen und Netzwerkprobleme bleiben somit unter Umständen unentdeckt.

1.3. Die Folgen von Ausfällen: Kosten

Hinter all den oben aufgeführten Überlegungen und Risikobetrachtungen steht ein ganz gravierender Faktor, der unmittelbar mit den steigenden Datenvolumina und dem Bedarf an Hochverfügbarkeit zusammenhängt: der Faktor Kosten. Fällt ein Rechenzentrum oder nur eine einzige Datenübertragung aus, entstehen in vielen Fällen sofort enorme Mehrkosten für Unternehmen, Anwender oder Kunden. Im Vergleich zu üblichen LAN-Anwendungen sind die Folgekosten extrem hoch anzusetzen.

Auch deswegen wird ein qualitativ gutes Kabelsystem, das Fehler und Ausfälle vermeiden hilft, in Rechenzentren immer wichtiger.

Das nachfolgende Diagramm gibt einen Überblick über die stündlichen Kosten bei Netzwerkausfällen in verschiedenen Anwendungen.

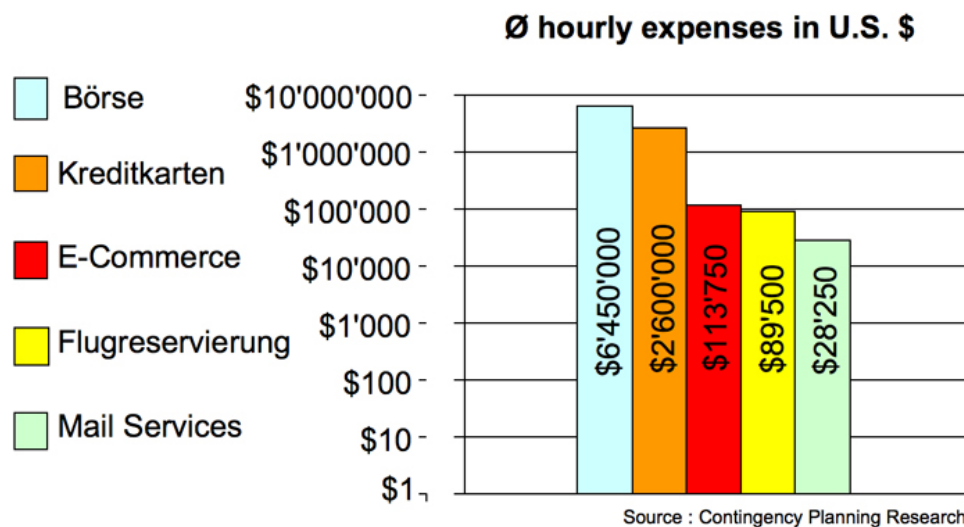


Bild 2: Typische Anwendungen, die auf dem Betrieb von Rechenzentren basieren, und die stündlichen Kosten bei Netzwerkausfällen. Quelle: Contingency Planning Research

2. Standards für die Rechenzentrums-Infrastruktur

2.1. Eindeutige Strukturen helfen, Fehler zu vermeiden

Schon am Beginn der Wertschöpfungskette, bei der Planung und Konstruktion, wird man die Kriterien berücksichtigen, die später im laufenden Betrieb zur Übertragungssicherheit und Hochverfügbarkeit beitragen. Die Verkabelung muss sogar verschiedenen Standards genügen, um die spezifischen Anforderungen der Rechenzentren abzudecken.

Grundlagen für eine qualifizierte Planung der Topologie bieten die TIA 942 und die EN 50173-5. Die TIA 942 wurde bereits verabschiedet. Die EN 50173-5 steht kurz vor dem Abschluss. Beide Standardisierungs-gremien haben bei der Entwicklung dieser Normen viel Aufmerksamkeit der Frage der Hochverfügbarkeit gewidmet. TIA 942 definiert die Strukturen und das Layout von Rechenzentren und zeigt auf, welche Funktionen in welchen Räumlichkeiten bereitgestellt werden sollen. Die Unterteilung in Core Networking (Hauptverteilung und Backbone) und Server/Access (horizontale Zonenverteilung) ist eindeutig. Sie hilft, schon im Vorfeld Fehler zu vermeiden.

Dem erfahrenen Rechenzentrums-Manager sind diese Standards geläufig. Ihr Vorteil ist, dass sie grösstenteils aus der Praxis entstanden sind. Rechenzentren, die sich an diese Standards halten, werden heutigen Anforderungen an den operativen Betrieb wie auch den Kompatibilitätsansprüchen für zukünftige Anwendungen und Technologien gerecht. Zuverlässigkeit und Fehlervermeidung werden damit von Anfang an eingebaut. Eindeutige, einheitliche Strukturen helfen, Irrtümer und Missverständnisse zu reduzieren. Sie erleichtern dem Personal die Arbeit – gerade wenn es nur temporär im Rechenzentrum tätig ist.

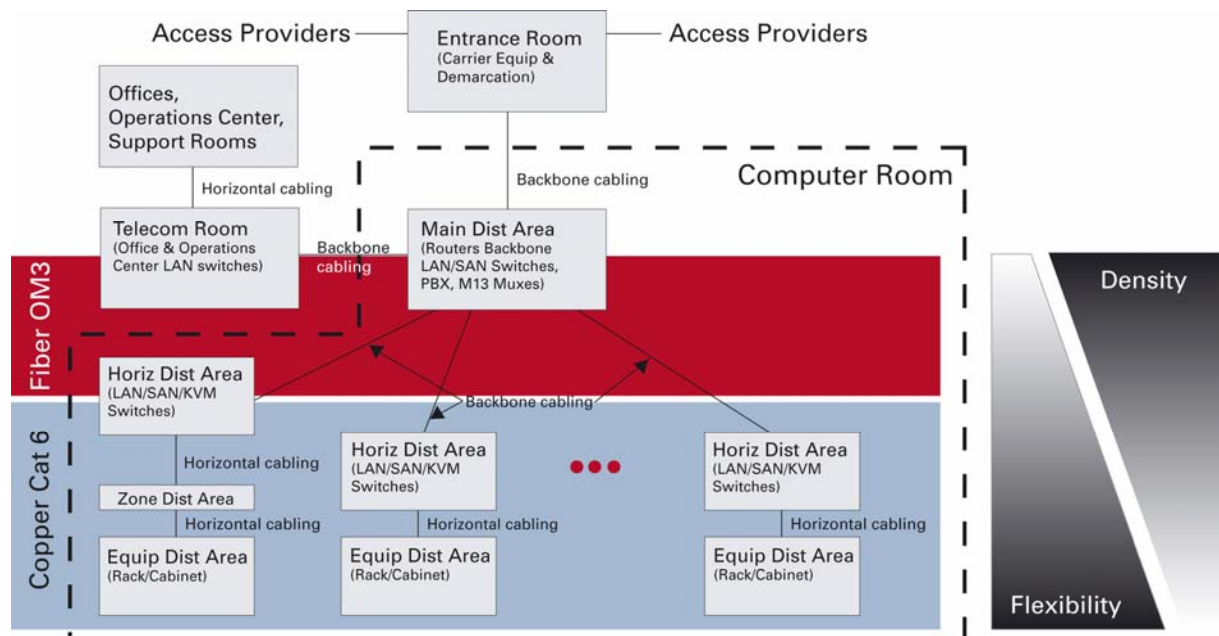


Bild 3: Eindeutige, klare Strukturen kennzeichnen eine qualifiziert geplantes Rechenzentrum. Mit der TIA 942 sind diese Strukturen standardisiert. Grafik: R&M

2.2. Prioritäten helfen, wirtschaftlich zu planen und zu produzieren

Standardisierung heisst nicht, dass alles auf einem einzigen, absoluten und damit teuren Level stehen muss. Im Gegenteil. Die Standardisierungsgremien berücksichtigen stets auch die Frage der Wirtschaftlichkeit und erlauben eine angemessene Flexibilität.

So kann die physikalische Infrastruktur eines Rechenzentrums in verschiedene Prioritätsstufen eingeteilt werden. Die Priorität richtet sich nach der Bedeutung der verschiedenen IT-Dienstleistungen und den unterschiedlichen Anforderungen an die Verfügbarkeit. Zentrale Kriterien sind Topologie, Redundanz, Versorgung und verschiedene weitere Faktoren der Verfügbarkeit. TIA 942 definiert vier Stufen (Tier I-IV) und legt fest, welchen Verfügbarkeitslevel sie bieten müssen.

Hauptanforderungen	TIER I	TIER II	TIER III	TIER IV
Versorgungswege El/Kühlung	gemeinsam	gemeinsam	1 aktiv 1 passiv	2 aktive
Redundanz Aktivkomponenten	N	N+1	N+1	2 (N+1)
Redundanz Backbone	Nein	Nein	Ja	Ja
Redundanz Horizontalverk.	Nein	Nein	Nein	optional
Doppelboden	12"	18"	30-36"	30-36"
UPS / Generator	Option	Ja	Ja	2-fach
Unterbruch bei Service	Ja	Ja	Nein	Nein
Unterbruch bei Fehlern	Ja	Ja	Ja	Nein
Implementationszeit (Monate)	3	3-6	15-20	15-20
rel. Kosten / m ² (Normiert)	1	1.5	2	2.5
Verfügbarkeit	99.671%	99.749%	99.982 %	99.995 %

Bild 4: Die vier Stufen der Verfügbarkeit nach TIA 942.

Durch die Anwendung dieses Stufenmodells kann der Betreiber eines Rechenzentrums die Anforderungen der angebotenen IT-Dienste klar selektieren und definieren. Es erlaubt ihm, ein Budget für deren Realisierung festzulegen und die geeigneten Installationsprodukte auszuwählen. Ebenso dient das Modell zur branchenüblichen Risiko- und Kosten-Nutzen-Analyse.

Das Stufenmodell verdeutlicht die Kostenunterschiede zwischen den verschiedenen Tiers. Sie sind so gross, dass es für die meisten Rechenzentren nicht ökonomisch wäre, ausschliesslich in der höchsten Verfügbarkeitsstufe zu produzieren. Jedes Unternehmen und jeder Rechenzentrums-Kunde erlaubt andere Toleranzen für Ausfälle und benötigt deshalb individuelle Verfügbarkeitsstufen.

Standardisierungen tragen dazu, eine weitere Anforderung effektiv zu erfüllen: IT-Dienstleistungen durch einen Pool von Servern anzubieten. Derzeit migrieren immer mehr Anwendungen zum „3 Tier Web Service“. Dieses Servicemodell will die Verfügbarkeit von IT-Dienstleistungen durch die gestaffelte Bereitstellung von Serverpools drastisch verbessern. Durch die Verteilung von Serverpools im Rechenzentrum oder über mehrere Standorte hinweg können die Folgen von Unterbrechungen oder Havarien stark reduziert werden. Auch bei dieser Strategie können viele Risiken im Vorfeld vermieden werden, wenn die Planung auf einem klaren Layout und modularen Design aller Bereiche eines Rechenzentrums basiert.

3. Hauptanforderungen an die Verkabelung

3.1. Hohe Leistungs- und Anpassungsfähigkeit über lange Zeiträume

Server, Switches und Speichereinheiten können nur funktionieren wenn Ventilation, Kühlung, Stromversorgung und Netzwerkverkabelung verfügbar sind. Ein Rechenzentrums-Designer muss seine Aufmerksamkeit auf alle Aspekte legen und sicherstellen, dass die Kapazitäten für zukünftige Erweiterungen ausreichen und auch grössere Reorganisationen möglich sind. Ein Rechenzentrum ist niemals statisch.

Die Verkabelungsinfrastruktur muss verschiedenste Anforderungen erfüllen, um für ein modernes Rechenzentrum geeignet zu sein. Zunächst einmal ist eine hohe Leistungsfähigkeit gefordert. Das Kabelsystem muss die steigenden Übertragungsraten unterstützen können. Die Fähigkeit, hohe Datengeschwindigkeiten zu unterstützen, ist jedoch irrelevant, wenn das System unzuverlässig ist. Bei Gigabit Ethernet und besonders bei einem Netzwerkbetrieb mit 10 Gigabit Ethernet steigt die Störempfindlichkeit gegenüber externen Einflüssen enorm an.

Installationsarbeiten müssen daher äusserst exakt ausgeführt werden, um ein dauerhaft zuverlässiges System bereitstellen zu können. Es hängt stark vom Know how des Installateurs ab, ob die entsprechenden Anforderungen erfüllt werden. Er darf keinen Fehler begehen. Verkabelungssysteme, die unkompliziert, komfortabel und logisch zu handhaben sind, tragen zur Fehlervermeidung bei der Installation bei. Ausserdem muss gewährleistet sein, dass der gute Zustand einer Installation über viele Jahre hinweg erhalten bleibt.

Das Verkabelungssystem muss auch flexibel genug sein, um wiederkehrende Ergänzungen, Umzüge und Veränderungen sowohl im kleinen wie im grossen Massstab zu unterstützen. Ein modularer Ansatz ist die beste Wahl, da er Veränderungen vereinfacht und das Fehlerrisiko gering hält. Um Fehlerquellen auszuschliessen, sollte man sich dabei auf jeden Fall an die Standards halten. Kabelsysteme, die relevante Standards einhalten oder übertreffen, minimieren die Wahrscheinlichkeit, dass menschliche Fehler zu grösseren Pannen führen.

Die Forderung nach Flexibilität beinhaltet, dass die Leistungsverdichtung aktiver Komponenten unterstützt wird. Räume in Rechenzentren sind teuer und schwer zu vergrössern, wenn das Gebäude erst einmal fertig gestellt ist. Deswegen muss das Kabelsystem in der Lage sein, kompakte Gruppen von aktiven Komponenten zu erreichen und zu verbinden. Gleichzeitig muss das Handling am Rangierfeld übersichtlich bleiben, um Irrtümer beim schnellen Ein- und Ausstecken von Rangierkabeln zu vermeiden. Ein qualitativ hochwertiges Verkabelungssystem ist von Anfang an so konstruiert, dass es zur Leistungsverdichtung beiträgt und gleichzeitig die optimale Usability bietet.

Die Qualitätsfrage stellt sich also über die gesamte Wertschöpfungskette eines Verkabelungssystems – von der Herstellung über die Installation bis hin zu Betrieb und Wartung.

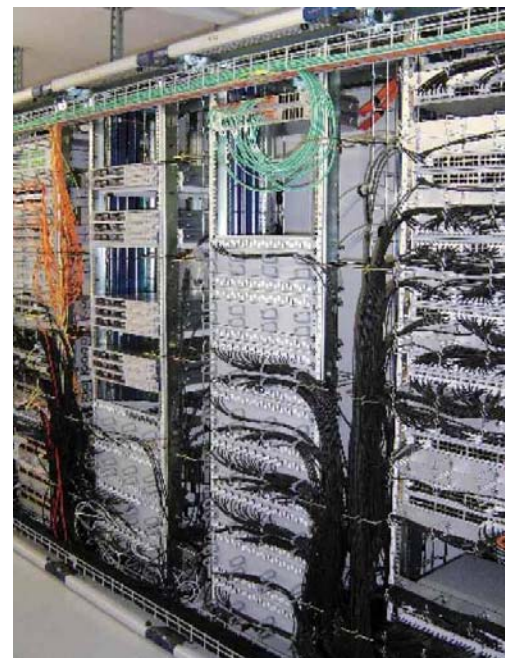


Bild 5: Rangierfelder im Data Center – Quelle für menschliche Fehler.

Eine fundamentale Anforderung an Kabelsysteme besteht darin, dass sie die Leistungsfähigkeit der IT-Anwendungen heute und in der Zukunft sicherstellen müssen. Die Kabelinfrastruktur eines Rechenzentrums muss mehrere Generationen von Switch- und Server-Technologien unterstützen. Deshalb ist eine ausreichende Reserve an Leistungsfähigkeit von ausserordentlicher Bedeutung.

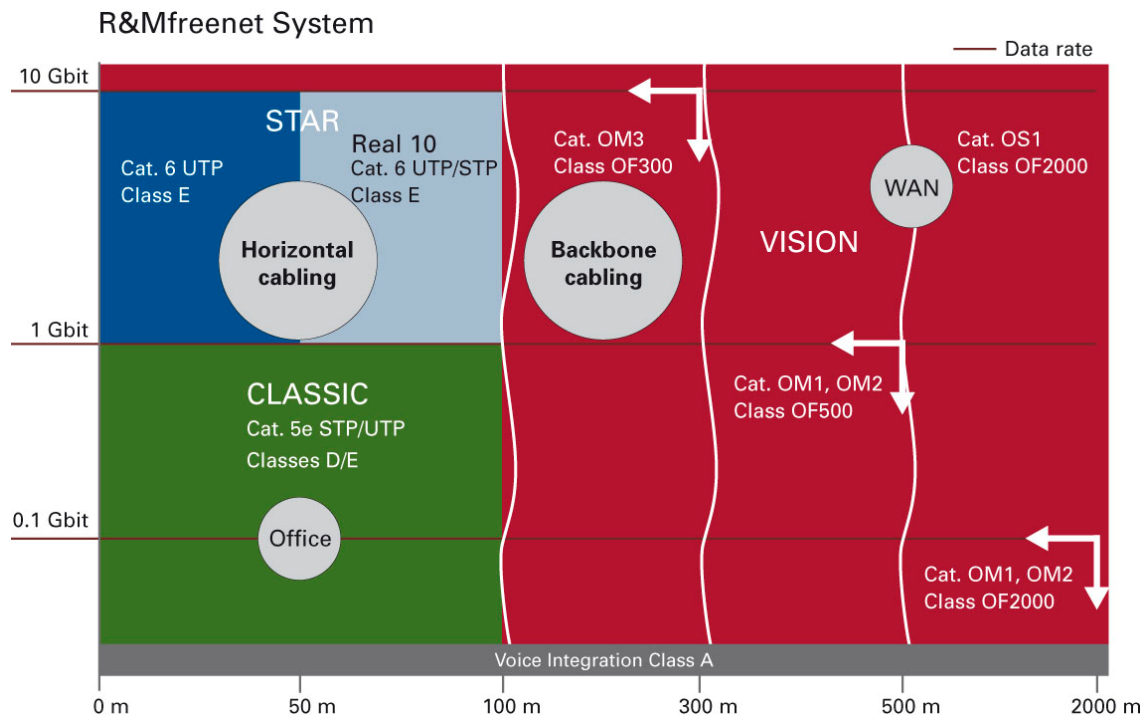


Bild 6: Das modulare Verkabelungssystem R&Mfreenet mit den drei Sortimenten Classic, Star und Vision deckt alle Anforderungen an Flexibilität und Leistungsfähigkeit langfristig ab. Grafik: R&M

An dieser Stelle sei auf das modulare Verkabelungssystem R&Mfreenet verwiesen. Es erfüllt naturgemäss die Standards und verfügt darüber hinaus über die Flexibilität und Leistungsfähigkeit, die Rechenzentren heute und in der Zukunft benötigen. Jedes der mit Sorgfalt entwickelten Details trägt dazu bei, ungewollte Netzwerkunterbrechungen zu vermeiden – insbesondere solche, die durch menschliche Fehler entstehen können. Zudem ist es besonders einfach zu installieren.

3.2. Die nächste Generation: 10 Gigabit Ethernet über Glasfaser und Kupfer

Das wachsende Datenvolumen, das Rechenzentren und Unternehmensnetzwerke bewältigen müssen, erfordert eine grössere Bandbreite und Übertragungsleistung. 10 Gigabit Ethernet über Glasfaser wurde 2002 im IEEE 802.3ae standardisiert und ist im Backbone von Rechenzentren bereits weit verbreitet.

Das VISION-Sortiment im Verkabelungssystem R&Mfreenet ermöglicht 10 Gigabit Ethernet über Glasfaser. Es besteht aus verschiedenen Kabeltypen, die für unterschiedliche Anwendungen und Lokationen entwickelt wurden. Im WAN-Bereich des Eingangsraumes wird man Singlemode OS1-Glasfaser gemäss IEC 11801 2nd Edition oder OS2 (erwähnt in ISO/IEC 24702 entsprechend der B1.3-Glasfaser in IEC 60793-2-50) verwenden. Im Backbone-Bereich hat sich Multimode-Glasfaser als Standard etabliert und OM3 ist die Lösung von R&M für diesen Funktionsbereich. OM3 ist sowohl für den Backbone-Bereich als auch für

Storage Area Networks (SAN) geeignet, bietet höchste Leistungsfähigkeit über die 300-Meter-Distanz und eignet sich für redundante Netzwerke wie sie in TIA 942 in den Tier III und IV spezifiziert sind.

In Rechenzentren – wo horizontale Verkabelung wie auch der Backbone-Bereich für 10 GbE nutzbar sein sollten – werden jedoch oft Kupferleitungen bevorzugt, da sie kostengünstiger und robuster zu handhaben sind. Der Standard für 10 Gigabit Ethernet über verdrehte Kupferleitungen IEEE 802.3an ist seit Juni 2006 verabschiedet.

Technisch gesehen ist das 10GBASE-T-Signal weitaus feiner und damit störungsempfindlicher als seine Vorgänger. Das bedeutet nicht nur, dass das Signal durch Übersprechen zwischen den Leitungen eines einzelnen Kabels (Near End Cross Talk oder NEXT) beeinflusst wird, sondern auch, dass in Leitungsbündeln ein Nebensprechen zwischen den Kabeln (Alien Near End Cross Talk oder ANEXT) berücksichtigt werden muss.

ANEXT kann in bestimmten Situationen so schlecht sein wie NEXT und um es zu eliminieren, müssen die Kabel stark abgeschirmt werden. Die Auswirkungen von ANEXT sind nur schwer vorhersehbar. Es tritt nicht in allen Situationen in Erscheinung, da ein aktives Kabelbündel erst über eine längere Distanz zusammen liegen muss, um relevantes ANEXT hervorzurufen. Der Effekt ist unter Umständen nicht symmetrisch. Kabel in der Mitte des Bündels sind wahrscheinlich stärker betroffen als solche, die aussen liegen. Oft ist unklar, welches Kabel in einem Bündel wie zu identifizieren ist. Das kann die Ursache für vorübergehende Netzwerkprobleme sein, die schwer ausfindig zu machen sind. Kritische Situationen treten möglicherweise erst auf, wenn eine Reihe von Servern mit 10 Gigabit Ethernet am Netzwerk hängen.

Einige Rechenzentren sind deshalb auf reine Glasfaser-Infrastrukturen umgestiegen. Andere evaluieren, Kupfer- und Glasfaserzugänge für einzelne Server-Racks gemischt zu verwenden. Beide Lösungen haben ihre Nachteile. Eine Glasfaser-Installation ist im Vergleich zu Kupferverkabelung teurer und schwieriger zu verändern. Glasfaser eignet sich daher eher für statische Bereiche im Rechenzentrum – z.B. im Backbonebereich, wo gewöhnlich nur wenige Veränderungen vorgenommen werden. Bei einer Symbiose von Glasfaser und Kupfer kommt es auf eine möglichst reibungslose, effiziente Zusammenführung an.

Das Verkabelungssystem R&Mfreenet von Reichle & De-Massari unterstützt 10 Gigabit Ethernet in beiden Welten – Glasfaser und Kupfer – und ermöglicht dank Modularität die Kombination auf einer Plattform. Für 10 GbE über Kupfer hat R&M zwei Lösungen entwickelt – eine geschirmte und eine ungeschirmte, zusammengefasst im STAR Real 10-Sortiment des Verkabelungssystems R&Mfreenet.

Die Kat. 6-Komponenten dieser Serie erfüllen die Übertragungsanforderungen, die IEEE 802.3an für 10 GbE verlangt – bei 4-Connector-Konfiguration und 100 Meter horizontaler Twisted pair Kupferverkabelung. Der Standard schreibt eine störungsfreie Übertragung bei 500 MHz vor. Unabhängige Labors haben die Kat. 6-Channels von R&M sogar bis zu einer Übertragungsfrequenz von 600 MHz getestet und zertifiziert. Jedes einzelne Kat. 6 STP-Modul enthält eine 360°-Schirmung, sodass ein vollumfänglicher Schutz vor Störungen durch benachbarte Module gegeben ist. Zur STAR Real 10-Serie gehören zertifizierte, hochflexible Rangierkabel, die eine schnelle

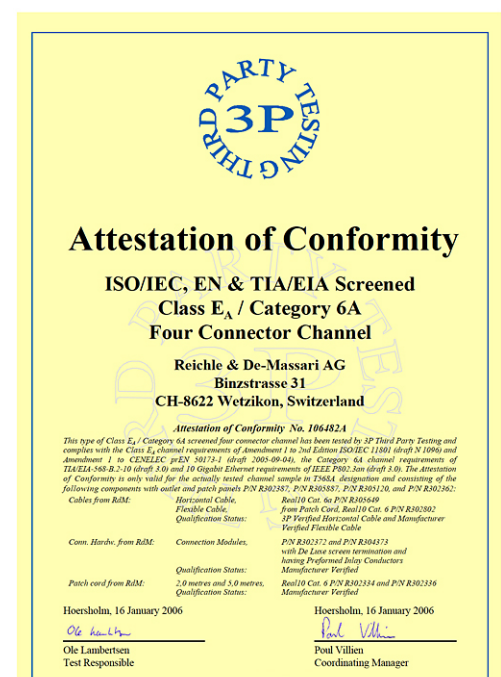


Bild 7: Unabhängige Zertifizierung – wichtiger Nachweis für die Leistungsfähigkeit eines Verkabelungssystems.

Administration von Servern und Switches sowie eine sichere und zuverlässige End-zu-End-Datenverbindung ermöglichen.



Bild 8: Kat. 6 UTP- und Kat. 6 STP-Modul, Kat. 6 S/FTP- und Kat. 6 U/FTP-Kabel (von links) aus dem STAR Real 10-Sortiment: Garanten für zuverlässige Datenübertragung auch im 10 Gigabit Ethernet-Hochleistungsnetzwerk. Fotos: R&M

R&M hat aus seiner langjährigen Erfahrung mit geschirmten Leitungen die WARP-Technologie (Wave Reduction Patterns) entwickelt, die im STAR Real 10 UTP-Sortiment eingesetzt wird. Ein Folienleiter umschliesst dabei die Leitungen und absorbiert äussere Störungen.

Die Foliensegmente im UTP-Kabel sind voneinander isoliert, um Kreisströme zu verhindern. Sie sind kurz genug, um Antenneneffekte zu vermeiden, aber eng genug angeordnet, um ANEXT zu unterdrücken. WARP-Installationskabel übertreffen die in den derzeitigen Standards vorgegebenen ANEXT-Werte, wobei sie dennoch einfach terminiert und wie herkömmliches UTP-Kabel eingeplant werden können. Aufsteckbare WARP-Gehäuse für die Steckermodule zusammen mit optimierten Rangierkabeln stellen sicher, dass die Schutzfunktion über die gesamte Verbindungsstrecke wirksam ist.

Die geschirmten und ungeschirmte STAR Real 10-Komponenten ermöglichen somit eine zukunftsichere Installation für Hochgeschwindigkeitsübertragungen. Fünf verschiedene 4-Connector-Konfigurationen wurden unabhängig voneinander zertifiziert, um die Leistungsfähigkeit für 10GBASE-T nachzuweisen und damit den störungsfreien Betrieb heutiger und künftiger IT-Anwendungen zu ermöglichen.

3.3. Die Bedeutung von Schirmung, Erdung und Potentialausgleich

Bei Rechenzentren handelt es sich um elektromagnetisch belastete Umgebungen. Stromversorgung, Kühlgeräte usw. verursachen unterschiedliche Störsignale. Wie bereits oben erläutert, ist ein Netzwerk, das mit 10 Gigabit Ethernet über Kupfer betrieben wird, aufgrund der kleinen Signalpegel empfindlich für solche Störungen. Daher ist eine umfassende Schirmung – in der Vergangenheit oft als „nice to have“ abgetan – in modernen Rechenzentren eine absolut notwendige Vorkehrung. Dazu gehören auch die Faktoren Erdung bzw. Potentialausgleich.

Bei der Planung eines Rechenzentrums sind die Erdungsnetzwerke zuerst zu entwickeln. Die Erdung sollte nach EN 50174-2 geplant werden. Wenn das sachgerecht erledigt ist, lässt sich auch eine exzellente und wirksame Abschirmung herstellen – vorausgesetzt, es gibt eine zuverlässige Abschirmungsterminierung an der Datenverbindung.

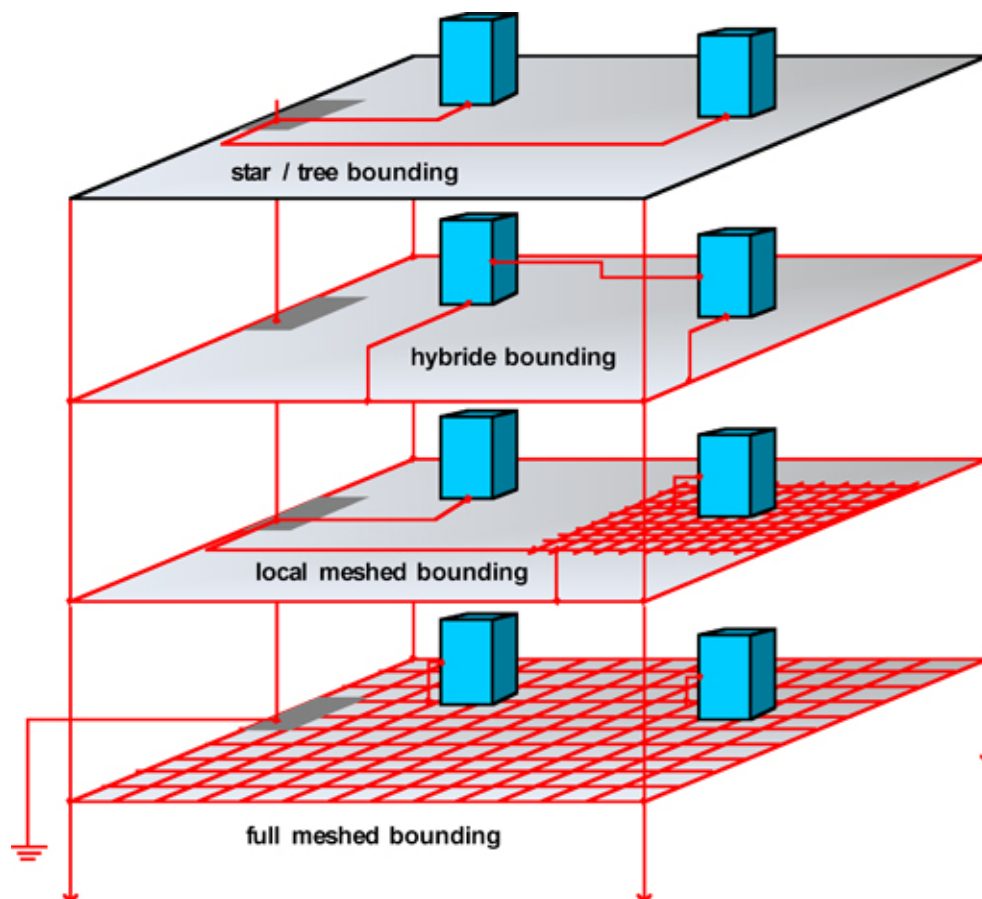


Bild 9: Erdung bzw. Potentialausgleich sind Voraussetzungen für wirksame Schirmung. Stern-, Baum-, Hybrid- und vermaschte Strukturen sind möglich (nach EN 50174-2).

Darüber hinaus müssen Vorkehrungen für eine effektive und zuverlässige Schirmungsverbindung getroffen werden. Denn die Verbindungsimpedanz spielt im Konzert der Schutzvorkehrungen gegen die elektromagnetischen Einflüsse eine weitere wichtige Rolle.

Reichle & De-Massari stattet die Kat. 6-Steckverbindungen mit einer Schirmungsterminierung aus, die über die gesamte Verbindungsstrecke eine niedrige, stabile Transferimpedanz sicherstellen. Ein langer und stabiler Terminierungsschaft in Lanzenform verbindet Modul- und Kabelschirm und sorgt für eine quasi 360°-Kontaktierung. Die Steckverbindungen weisen solide Schirmungskontakte auf.

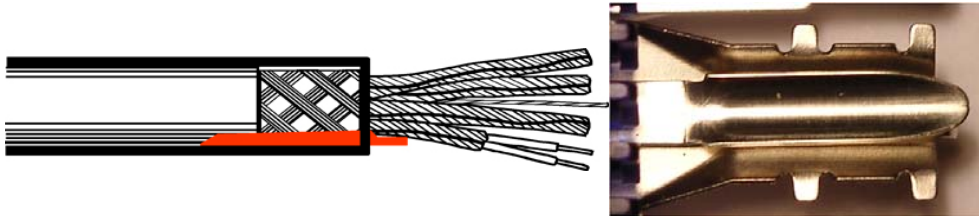


Bild 10: Eine stabile Lanze mit 360°-Schirmkontaktierung stellt eine niedrige Transferimpedanz an der Schirmungsverbindung sicher (in der Grafik links rot markiert). Grafik und Foto: R&M

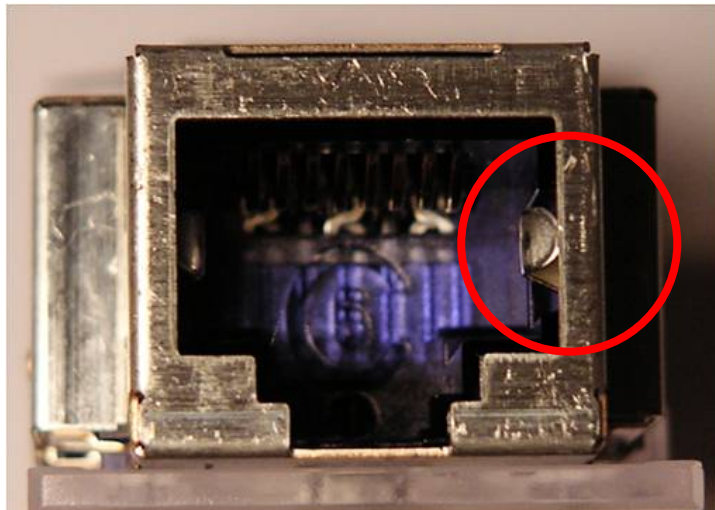


Bild 11: Solide Schirmkontaktierung im Modul. Foto: R&M

4. Planungsgrundlagen und Kriterien für die Produktauswahl

4.1. Zukunftssichere Planung von Rechenzentrums-Netzwerken

Die oben behandelten Aspekte wie Wirtschaftlichkeit, Verfügbarkeit, Standards, Modularität, Leistung, Schirmung usw. bilden entscheidende Kriterien für die Planung einer Rechenzentrums-Infrastruktur. Darüber hinaus müssen die Anforderungen an Zahl und Kapazität der Leitungen definiert werden, um von Anfang an die gewünschte Flexibilität darstellen zu können. Dazu ist die Menge und Grösse von Servern, Switches, Netzwerkanschlüssen usw. zu schätzen.

Redundanz-Aspekte müssen ebenso berücksichtigt werden. Redundante Verbindungen werden grundsätzlich über separate Leitungsrouten geführt, so dass im Notfall immer eine Verbindung aufrechterhalten werden kann. Der Planer muss auch die Anforderungen an Stromversorgung und Kühlung der Aktivgeräte berücksichtigen. Er muss sicherstellen, dass sich die Daten-, Strom- und Kühlungskanäle im Boden nicht überschneiden. Darüber hinaus sind die Anzahl von separaten Management-Signalisierungsleitungen und KVM-Verbindungen sowie die Dichte der Kupfer- und Glasfaser-Ports an jedem Rack in Betracht zu ziehen.

Künftige Entwicklungen sind zu prognostizieren und in der Planung zu berücksichtigen. IT-Anwendungen auf einzelnen Racks oder ganze Bereiche des Rechenzentrums können sich ändern. Diese Möglichkeit ist einzukalkulieren. Insbesondere für die horizontale Verkabelung zur Versorgung von Switch- und Server-Racks bedeutet dies, dass Racks, Rangierkabel und selbst Kabelbündel so modular wie möglich aufgebaut sein sollten. Damit fällt es leichter, bei Bedarf kleinere Bereiche auszutauschen oder umzubauen.

Zukunftssicherung durch richtige Planung bedeutet auch, ein Kabelsystem so auszulegen, dass es mehrere Generationen aktiver Komponenten unterstützt. Reserven sind bereitzustellen, um für ein Wachstum des Rechenzentrums gewappnet zu sein bzw. die Verdichtung von Ports zu ermöglichen. Dies betrifft nicht nur die Hochgeschwindigkeits- oder SAN-Verbindungen, sondern auch die Fernbedienung von Servern (KVM) und separate Kontrollleitungen, die mit Raum für Wachstum geplant werden müssen.

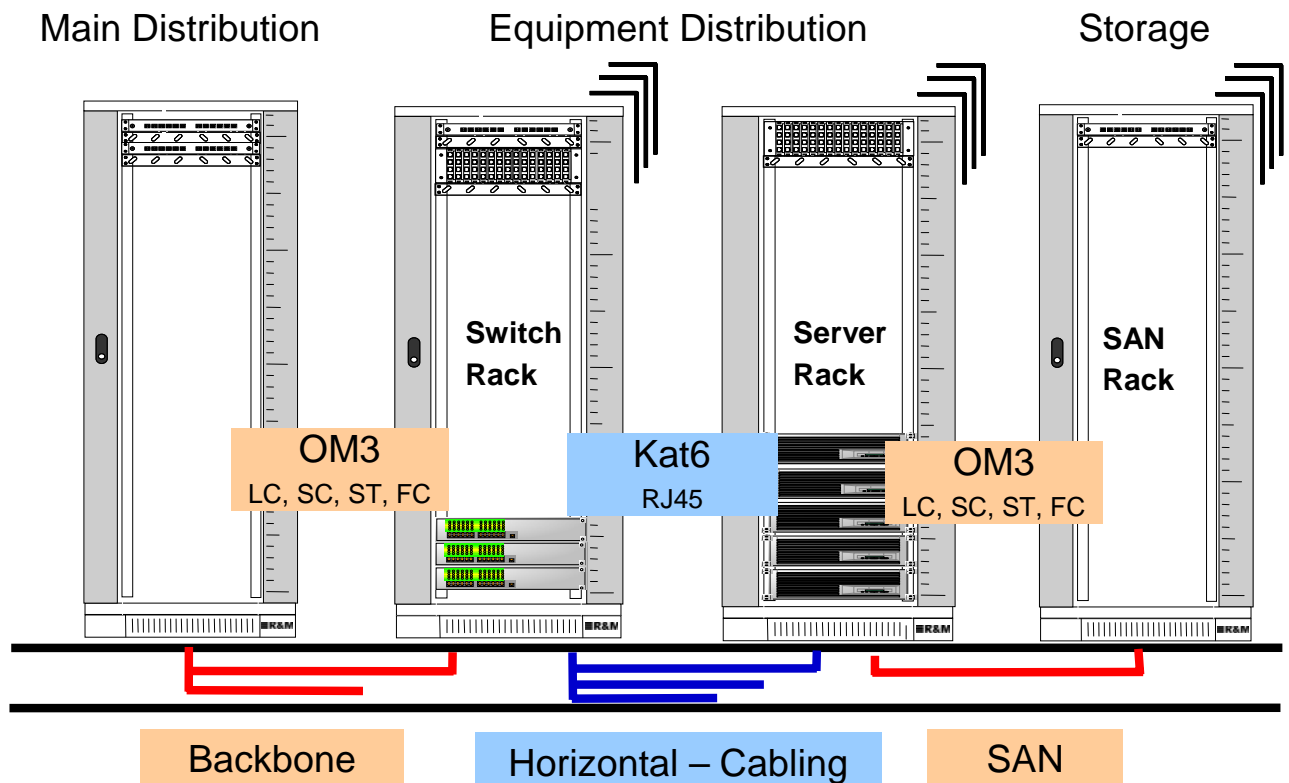


Bild 12: Typische Topologie eines Rechenzentrums: Quelle: R&M

4.2. Höchste Zuverlässigkeit für Backbone und Storage Area vorsehen

Bei der Planung der Backbone-Verkabelung kommt es vor allem darauf an, langfristige, höchste Zuverlässigkeit anzustreben. Der Backbone ist typischerweise den ständigen Veränderungen weniger ausgesetzt. Obwohl auch hier anzunehmen ist, dass die Datenraten und Kapazitäten ansteigen, wird es doch seltener vorkommen, dass Backbone-Links nach Fertigstellung des Rechenzentrums hinzugefügt oder verändert werden. Nochmals sei betont: Im Backbone-Bereich kommt es – genauso wie im Storage Area-Bereich – auf höchste Zuverlässigkeit an, denn die Folgen einer Unterbrechung wären enorm. Bei Ergänzungen, Umzügen oder Veränderungen dürfen Backbone- und SAN-Links keineswegs dem Risiko einer Unterbrechung ausgesetzt sein.

In den meisten Fällen wird man heute Multimode-Glasfaser wählen (z.B. die R&M OM3), um einen Backbone aufzubauen. Bei Distanzen über 300 Meter kann Singlemode-Glasfaser erforderlich werden – beispielsweise in Rechenzentren, deren Layout lange Distanzen zwischen den Anschlusspunkten der Telekommunikationsanbieter im Eingangsbereich, dem Telekom-Raum, und/oder dem Hauptverteilungsknoten im Computerraum vorsieht.

Durch eine korrekte Terminierung der Glasfaserleitungen lässt sich der spätere Änderungsaufwand minimieren. Dazu verwendet man üblicherweise Glasfasterstecker in LC-Ausführung, denn dieser Stecker ist auf Seiten der Aktivkomponenten weit verbreitet. In einigen Fällen wird es sinnvoll sein, andere Stecker zu verwenden. Bei langen Backbone-Links wird der E-2000™-Stecker eingesetzt, da er nebst höchster Übertragungsgüte einen hervorragenden Vibrationsschutz bietet.

Vorkonfektionierte Glasfaser-Kabelbündel sind für Backbone- und SAN-Verkabelungen generell zu empfehlen. Planung und Installation lassen sich damit effizienter gestalten und Fehlerquellen werden ausgeschlossen. Man spart sich das Spleissen und Härten vor Ort. R&M bietet entsprechende Systemlösungen an, die mit den gewünschten Längen, Fasern und Steckern (LC, E-2000™, SC-RJ oder SC) bzw. Panelsteckern geliefert werden. Die Kabelbündel sind mit grösster Sorgfalt terminiert und bereits getestet und beschriftet. Sie werden mit einem zugfesten Rohrkanal versehen, um die Gefahr von Faserbeschädigungen bei der Installation zu reduzieren. Ausserdem ist sichergestellt, dass alle Fasern im Bündel dem Standard entsprechen.

Für Zonen- und Hauptdistributions-Racks bietet R&M kompakte Racks zur Schnellmontage an. Sie können sowohl gespleisste als auch vorterminierte Kabel sowie alle Steckverbindungen aufnehmen. Sie ermöglichen ein qualifiziertes Kabelhandling, das eine Beschädigung von Glasfasern von vorneherein vermeidet.



Bild 14: Unterstützung für die effiziente Installation zuverlässiger Backbones: vorkonfektionierte Kabelbündel und kompakte, schnell montierbare Rack-Lösungen. Foto: R&M

Innerhalb von Server-Racks bietet der SC-RJ-Stecker Vorteile, da er mit dem RJ45-Stecker für die Kupferverkabelung kompatibel ist und somit die Symbiose auf einer Plattform ermöglicht (Bild 13). Das vereinfacht das Management, und es ist ein Beitrag zu Wirtschaftlichkeit und Investitionsschutz.

Im Verkabelungssystem R&Mfreenet erfüllt das VISION-Sortiment die Anforderungen einer Backbone-Verkabelung. Da der Backbone ein statischer Teil des Netzwerkes ist, wird er, sobald er installiert ist, kaum mehr verändert – ausser bei einer Ausweitung der Gesamtkapazität des Rechenzentrums. Deshalb gelten hier die Leistungsfähigkeit und Langzeitstabilität nach der Dichte der Plattform als Hauptanforderungen. Das VISION-Sortiment bietet über Leistungsfähigkeit und Dichte hinaus die Möglichkeit zur Konfektionierung ab Werk. Damit lassen sich Installationszeiten verkürzen und weitere Fehlerquellen ausschliessen.

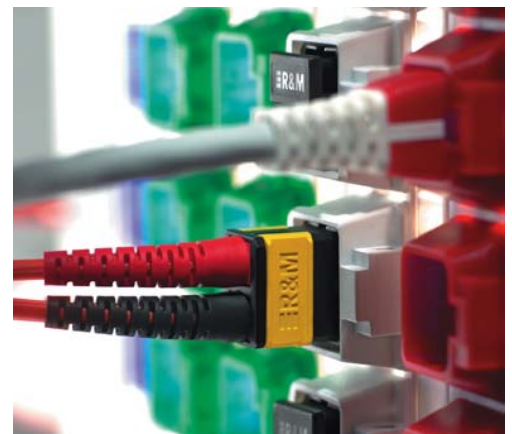


Bild 13: SC-RJ in Symbiose mit RJ45. Foto: R&M

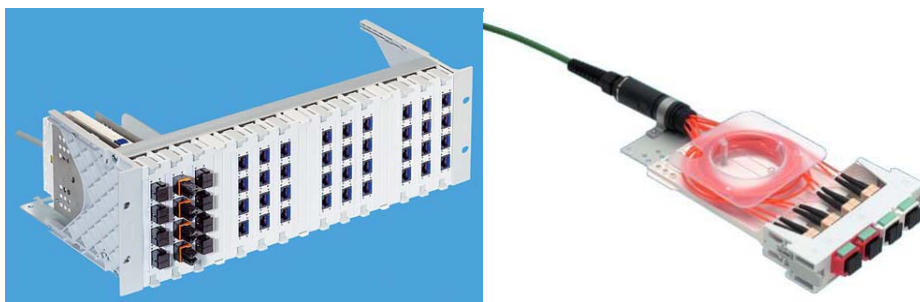
4.3. Flexibilität und Skalierbarkeit für Switch- und Server-Racks einplanen

In der produktiven Rechenzentrums-Zone, bei den Server- und Switch-Racks, kommt es auf erhöhte Flexibilität und leichte Skalierbarkeit an. Erweiterungen, Umzüge und Veränderungen müssen effizient und unkompliziert zu bewältigen sein. Schnelle Reaktionsfähigkeit ist ein Wettbewerbsfaktor für Rechenzentren.

Die Verkabelung muss in diesem Bereich also einiges aushalten, sie muss mehrere Hardware-Generationen ohne Leistungseinbußen überstehen, anwendungsneutral und einfach zu verwalten sein. Gute Kabel allein sind relativ nutzlos, wenn das Verbindungssystem keinen effizienten und sicheren Installationsprozess unterstützt. Um Fehler während des operativen Betriebs zu vermeiden, sollten die Rangierkabel und -felder einen guten Überblick über den Verlauf der Leitungsverbindungen bieten.

Auch für diese Aufgabenstellungen hat R&M ein ausgereiftes und hochwertiges System geschaffen. Klare Übersicht, eindeutige Zuordnung, leichtes Management, Flexibilität und modulares Design charakterisieren die Lösung. Verschiedene Elemente tragen dazu bei, typische Fehlerquellen im operativen Betrieb von vorneherein auszuschliessen.

Beispielhaft dafür ist das Global Rangier Panel (Bild 15). Es bietet Flexibilität: RJ45-, SC-RJ- und LSH-Ports (E-2000™) können auf dem gleichen Panel zur Verfügung gestellt werden, so dass unkomplizierte Migration möglich ist. Als Alternative zu Standard 24-Port Panels bietet diese 60-Port-Lösung einen hohen Grad an Modularität. Dadurch kann ein einziges Rangierfeld für alle Verbindungen (Remote KVM, LAN oder SAN) zu einem Server-Rack verwendet werden. Der insgesamt verbrauchte Raum ist kleiner als bei einer stärker verdichteten, aber weniger flexiblen Lösung. Die grössere Fläche erlaubt ein eindeutiges Beschriften der Ports – ein Faktor für Fehlervermeidung beim Rangieren.



Picture 15: Global Ranger Panel mit kompatibler FO-Platform (SC-RJ or E2000)
– Flexibilität und Skalierbarkeit im Rack. Photo: R&M

4.4. Konsequente Sicherheitslösungen wählen

Auch die Sicherheit von Rechenzentrums-Netzwerke lässt sich auf der Ebene der Verkabelung gut beeinflussen und durch eine entsprechende Planung so gestalten, dass sie jederzeit den steigenden Anforderungen angepasst werden kann. Wie oben bereits angedeutet, spielen dabei Eindeutigkeit, Übersichtlichkeit, Einfachheit und Usability eine tragende Rolle. Schliesslich sollte bei der Produktauswahl auch das Kosten-Nutzen-Verhältnis bedacht werden. Oft ist eine simple, aber konsequente mechanische Lösung wirkungsvoller als eine teure Aktivkomponente oder komplexe Software-Lösung.

Reichle & De-Massari setzt das Prinzip der Modularität im Sicherheitsbereich konsequent fort. Ein zentrales Element ist hier die Farbcodierung. Üblicherweise verwendet man in Rechenzentren farbige Rangierkabel. Die Farben sollen verschiedene Arten von IT-Dienstleistungen kennzeichnen. Die Methode ist wirkungsvoll, aber ineffizient, weil man verschiedene Arten von Kabeln bevorraten muss. Ausserdem kann man nicht immer sicherstellen, dass die richtigen Farben genutzt werden – insbesondere nach grösseren Ausfällen oder langwierigen Veränderungen. Vertauscht man ein farbkodiertes Kabel, so wird die IT-Dienstleistung beeinträchtigt. Kettenreaktionen bis hin zum Totalausfall sind möglich.

Die Sicherheitslösung von R&M basiert dagegen auf farbigen Markierungen für die Enden der Rangierkabel. Sie werden einfach aufgesteckt bzw. ausgetauscht. Das Kabel selbst muss nicht ausgesteckt oder entfernt werden. Eine ebenfalls aufsteckbare Farbcodierung kann an den Rangierfeldern verwendet werden. So entsteht eine eindeutige Zuordnung der Verbindungen. Zudem reduziert dieses System die Kosten für die Bevorratung der Rangierkabel.

Farbschema und mechanische Kodierungs- bzw. Verschlusslösungen prägen auch das eigenständige R&M Sicherheitssystem, das als Ergänzung zu den Verkabelungssystemen angeboten wird. Dieses System stellt sicher, dass die Kabel nicht mit falschen Ports verbunden werden oder dass ein Kabel – egal ob Kupfer oder Glasfaser – immer an seinem Platz bleibt. Die Verbindung kann nur mit einem speziellen Schlüssel geöffnet werden. Visuelle und mechanische Kodierung und Verschlusslösung zusammen offerieren eine enorme Verbesserung der passiven Sicherheit eines Rechenzentrums.



Bild 16: Einfach, aber konsequent, wirkungsvoll und kostengünstig – Sicherheitslösungen von der aufsteckbaren Farbcodierung (links) bis zum Schloss am Rangierkabel (rechts). Fotos: R&M

4.5. Qualitätssicherung über die gesamte Wertschöpfungskette anstreben

Ausfälle gänzlich zu vermeiden, erfordert hohe Qualität entlang der gesamten Wertschöpfungskette, die sich nicht nur auf das Produkt selbst bezieht. Planung, Installation und auch der operative Betrieb selbst müssen von höchster Qualität geprägt sein. Wenn nur ein Teil abfällt, kann das Ziel eines einwandfreien Betriebs nicht erreicht werden.

Mit einem Partnerprogramm stellt Reichle & De-Massari sicher, dass die geforderte Qualität bei den Anwendern nachhaltig verstanden und umgesetzt wird. Organisationen, die R&M als Lieferanten wählen, können aufgrund dieses Qualifizierungsprogramms versichert sein, dass sie die volle Unterstützung aller Beteiligten erhalten und ein hochwertiges, verlässliches Netzwerk aufgebaut wird.

Das Programm beinhaltet regelmässige Trainings, langfristige Garantien und wiederkehrende Zertifizierungsprogramme, um zu gewährleisten, dass alle involvierten Personen die Standards erfüllen. Im Zusammenwirken mit den hochwertigen Produkten und eigenen, proaktiven Anstrengungen zur kompromisslosen Qualitätssicherung bei R&M steigt somit die Verfügbarkeit, Sicherheit und Rentabilität von Netzwerkinstallationen ständig weiter an.



Bild 17: R&M-Partner nehmen an einem Qualifizierungsprogramm teil. Das Zertifikat zeigt, dass die fachgerechte Installation des Verkabelungssystems R&Mfreenet beherrscht wird und somit ein zuverlässiger Netzwerkbetrieb vom ersten Installationsschritt an gewährleistet wird. Foto: R&M

5. Schlussfolgerungen

Rechenzentren sehen sich mit zunehmenden Anforderungen an die Leistungsfähigkeit und Verfügbarkeit konfrontiert. Das Management von Rechenzentren muss für künftiges Nachfragewachstum planen, während es gleichzeitig kontinuierlich daran arbeiten muss, die Wahrscheinlichkeit von Ausfällen und menschlichen Fehlern zu reduzieren. Auf der Ebene der Verkabelung bzw. passiven Infrastruktur können durch entsprechende Planung und Nutzung sinnvoller Innovationen die nötigen Massnahmen schon heute ergriffen, Risiken verringert und die Rentabilität verbessert werden.

Verkabelungssysteme und Rechenzentrums-Lösungen von R&M ermöglichen eine zukunftsfähige Datenkommunikation. Sie sind flexibel und bieten zahlreiche Optionen für eine hochwertige Kupfer- und Glasfaserverkabelung. Erweiterungen eines Netzwerks lassen sich mit einem minimalen Ausfall realisieren – ohne die Kosten und Unannehmlichkeiten, die bei der Installation oder dem Austausch von Kabeln entstehen.

Das Verkabelungssystem R&Mfreenet erfüllt alle wichtigen Standards. Der Hersteller R&M ist aktiv an der Entwicklung von Verkabelungsstandards beteiligt. Diese Verbundenheit mit dem Standardisierungsprozess stellt sicher, dass R&M-Lösungen zuverlässig mit jedem installierten Gerät zusammenarbeiten, egal wie schnell die Datenübertragung sein soll oder wie komplex das Rechenzentrum aufgebaut ist.

Jedoch sind Leistungsfähigkeit und Standardisierung nur ein Teil des Ganzen. Das Prinzip der Modularität zieht sich durch alle R&M-Lösungen. Es gewährleistet die nötige Flexibilität eines Verkabelungssystems. Modularität spart nicht nur Geld, Zeit und Platz, sondern macht es sogar möglich, Rangierfelder nach Funktionen und Anwendungen der Informationstechnik zu strukturieren. Bisher konnte man sie lediglich nach Kabeltypen auslegen. Rechenzentren können somit kontinuierliche Prozesse gewährleisten – auch bei einer Vielfalt an Gerätearten und Datenraten.

Abschliessend ist festzustellen, dass Verkabelungslösungen von R&M die Wirtschaftlichkeit von Rechenzentren verbessern, weil sie deren Verfügbarkeit steigern und das Management vereinfachen. Die R&M-Lösungen stellen sicher, dass die IT-Anwendungen bei Ergänzungen, Umzügen und Veränderungen im Rechenzentrum nicht beeinträchtigt werden, da sie ohne Unterbrechung weiter betrieben werden können. Einfaches Management heisst auch, dass in der Produktentwicklung auf jedes Detail und vor allem auf Benutzerfreundlichkeit geachtet wird. In der Konsequenz bedeutet dies, dass auch weniger streng beaufsichtigte Lieferanten und fremdes Personal im Rechenzentrum tätig werden können, ohne den Sicherheitslevel zu gefährden. Wo die R&M-Sicherheitslösungen im Einsatz sind, kann das Personal schnell und zuverlässig Geräte installieren oder aufrüsten, ohne sich dabei über mögliche Serviceausfälle Gedanken machen zu müssen. Durch das innovative Kodierungssystem kann man bei der Bevorratung von Rangierkabeln Kosten reduzieren und im laufenden Betrieb mit relativ geringem Aufwand eine hohe Netzwerksicherheit erreichen – selbst bei einem grösseren Notfall.

Das Resultat ist eine Verkabelungslösung, die alle für die Entwicklung heutiger Rechenzentren wichtigen geschäftlichen Aspekte berücksichtigt.

6. Quellen und weitere Informationen

- Übersichtsbroschüre Enterprise Cabling und Qualified Partner Program R&M
- TIA 942, ISO/IEC 11801, EN 50173-5 (Draft) u.a.

Weitere Informationen zu Produkten und Lösungen von R&M finden Sie im Internet unter www.rdm.com.