

White Paper

# In zehn Schritten zur optimalen IT-Infrastruktur

## Inhalt

Executive Summary.....	3
Einführung .....	3
Schritt 1: Schrank .....	6
Schritt 2: Stromabsicherung .....	7
Schritt 3: Kühlung .....	9
Schritt 4: Sicherheit .....	11
Schritt 5: Strukturierte Verkabelung .....	11
Schritt 6: Polaritätsmanagement .....	14
Schritt 7: Netzwerk Monitoring und TAPs.....	15
Schritt 8: AIM / DCIM.....	18
Schritt 9: Lifecycle .....	21
Schritt 10: Managementprozesse und Dienstleistungen .....	22
Literatur.....	24
Über R&M.....	25
Über Rittal.....	25
Abbildung 1: Das Rittal TS IT Rack für Netzwerk- und Serveranwendungen .....	6
Abbildung 2: Stromversorgungspfad im Rechenzentrum.....	7
Abbildung 3: Steckdosensystem (PDU) im Schrankrahmen .....	8
Abbildung 4: Kühlungskette im Rechenzentrum .....	9
Abbildung 5: Luftleitblech (links der 19" Ebene) und Luftkanal (rechts) .....	10
Abbildung 6: Monitoring System mit Sensoren.....	11
Abbildung 7: Drei flexible Arten Geräte zu verkabeln .....	14
Abbildung 8: Schema des Signalwegs in einem HD TAP Modul .....	15
Abbildung 9: Typischer 10GBASE-SR Link mit einem 50/50 HD TAP Modul im Hauptverteiler.....	16
Abbildung 10: Die schematische Zusammenstellung des R&M <i>inteliPhy</i> Systems.....	19
Abbildung 11: DCIM-Oberfläche.....	20
Abbildung 12: R&M <i>inteliPhy</i> Dashboard mit einer Darstellung der verfügbaren Ports .....	22
Tabelle 1: Vergleich zwischen logischer Architektur und strukturierter Verkabelungstopologie .....	12
Tabelle 2: Kanallängen-Grenzwerte für einen 10GBASE-SR Link mit 50/50 TAP .....	17

© Copyright 2015 Reichle & De-Massari AG (R&M) und Rittal GmbH & Co. KG. 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 der Reichle & De-Massari AG und der Rittal GmbH & Co. KG nicht gestattet. In dieser Publikation enthaltene Informationen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Die Erstellung dieses Dokuments erfolgte mit größtmöglicher Sorgfalt; es entspricht dem zum Zeitpunkt der Erstellung aktuellen technischen Stand.

## Executive Summary

Das vorliegende White Paper führt in zehn Schritten durch die gesamte Bandbreite der physischen Infrastruktur eines Rechenzentrums und gibt dabei eine Anleitung zur Auswahl der optimalen Systemkomponenten. Dabei stehen die Anforderungen des Kunden im Vordergrund, da dessen Fragestellungen genutzt werden, um so auf die wesentlichen Systemkomponenten und deren Auswahlkriterien hinzuweisen.

So wird eingehend der Netzwerk- und Serverschrank betrachtet, wobei ein besonderes Augenmerk der Stromabsicherung und der geeigneten Klimatisierung geschenkt wird. Darüber hinaus werden die Sicherheitsaspekte beleuchtet, zu denen auch das Beobachten und Aufzeichnen aller wichtigen Daten der Infrastruktur gehören, die dann SW-gestützt aufgezeichnet, ausgewertet und auf einem Dash Board dargestellt werden.

Damit einhergehend wird die Verkabelung betrachtet, wobei eine strukturierte Planung und Best-Practice-Ansätze im Fokus stehen. Da Inventarisierung und Management der physischen Infrastruktur in vielen Installationen noch mit „on-board“ Tools wie etwa Excel-Tabellen und Visio-Graphiken gemacht werden, soll auch näher auf Lösungen zum Automatisierten Infrastrukturmanagement (AIM) eingegangen werden, welche es ermöglichen, zu jeder Zeit eine aktuelle Darstellung der Infrastruktur zu gewährleisten.

Als weiteres kritisches System zur Netzwerküberwachung werden Traffic Access Points (TAPs) dargestellt und aufgezeigt, wie eine „getappte“ Netzwerkumgebung am besten aufgebaut wird.

Abschließend werden Serviceaspekte und Dienstleistungen im Systemkontext der Gesamtlösung in den Blick genommen.

## Einführung

Zu den grundlegenden Aufgaben eines RZ-Betreibers gehört die Planung des Rechenzentrums in Abhängigkeit der aktuellen und zukünftigen Anforderungen der Endkunden seines Unternehmens. Ausschlaggebend für die Architektur des Rechenzentrums ist dabei die Frage nach der Verfügbarkeit und damit nach den zu installierenden Redundanzen.

Eine Hilfestellung hierfür bieten das Uptime Institut mit der Tier-Definition [Ref. 1] bzw. das BSI mit der Festlegung der Verfügbarkeitsklassen [Ref. 2, Ref. 3]. Basierend auf dem Redundanzkonzept (z.B.: modulare n+1 oder unabhängige 2n - Redundanz) sind die kritischen Versorgungspfade des Stroms und der Klimatisierung zu planen. Dies kann mit zwei getrennten, voneinander unabhängigen Stromeinspeisungen der Liegenschaft beginnen und bei getrennten A- und B-Stromverteilungen im IT-Rack enden.

Der zweite, wesentliche Aspekt ist die Auslegung der Nutzung der IT-Schränke. An einen Server-Schrank werden andere Anforderungen als einen Netzwerkschrank gestellt. In diesem Zusammenhang ist auch der geplante und zukünftige Ausbau mit aktiven Komponenten (Server, Speicher, Switches) zu betrachten. Die

aktiven Geräte, die in einen Schrank verbaut werden, bestimmen welche elektrische Leistungsaufnahme der Schrank haben wird und welche Klimatisierung zur Wärmeabfuhr notwendig ist.

Ebenso ist mit dem Verwendungszweck der IT-Schränke auch die dafür notwendige Verkabelung zu definieren. Planer und Betreiber von Rechenzentren müssen die Kommunikationsverkabelung sorgfältig und vorausschauend strukturieren. Denn auch die passive Infrastruktur ist Teil der Tier-Kategorisierung und muss den typischen Audit- und Compliance-Anforderungen in Übereinstimmung mit den einschlägigen Grundlagen der Regelwerke und Überwachungsinstrumentarien entsprechen. Zu nennen sind insbesondere Sarbanes-Oxley Act (SOX) [Ref. 4], Basel II [Ref. 5], HIPAA [Ref. 6] oder PCI DSS [Ref. 7].

Ein begleitendes Dokumentationswesen zur Administration der Verkabelung unterstützt eine sichere Planung von Umbauten bzw. Erweiterungen, sowie eine reibungslose Auditierung. Diese Dokumentation lässt sich mit Hilfe von zahlreichen Werkzeugen erstellen und pflegen – von individuellen Excel-Listen bis hin zu ausgereiften softwarebasierten Dokumentations-Tools, wie einem AIM System. Letztlich ist entscheidend, dass die Dokumentation immer auf dem aktuellen Stand gehalten wird und der real installierten Verkabelung entspricht.

Zu den grundlegenden Aspekten gehört auch die Betrachtung der Sicherheitsaspekte des geplanten Rechenzentrums. Dies beginnt bei der Überwachung des Gebäudes, des Raumes, bis hin zu den einzelnen IT-Schränken und umfasst auch alle Aspekte der physischen Sicherheit wie Einbruchschutz, aber auch der festzulegende Widerstand gegen Feuer, Wasser, Rauch, Trümmerlasten, um nur einige zu nennen.

Im laufenden Betrieb des Rechenzentrums sind alle Gewerke zu überwachen, die Informationen sind zu sammeln und auf einer Konsole für den System Administrator bereitzustellen. Dabei ist der hierarchischen Struktur des Rechenzentrums Rechnung zu tragen und muss bereits in der Planungsphase berücksichtigt werden. Nur so kann gewährleistet werden, dass entsprechende Sensoren und Aktoren (wie z.B. Zugriff, Temperatur, Feuchte, Leckage, Rauch) an den entsprechenden Stellen der Infrastruktur vorgehalten werden.

Vor diesem Hintergrund muss eine Data Center Infrastructure Management Software in der Lage sein, unterschiedlichsten Bedürfnissen von IT-Administratoren gerecht zu werden. Sie muss fähig sein, sämtliche Infrastrukturkomponenten zu überwachen und, falls erforderlich, Korrekturmaßnahmen einzuleiten. Ein Netzwerk verteilter Sensoren ermöglicht es, alle relevanten Parameter und Alarmer zu erfassen, sie zu dokumentieren und in einer leicht verständlichen Form darzustellen.

Idealerweise bietet solch eine Software dem IT-Administrator auch für Wartungs- und Service-Aspekte ein komplettes Bild des Rechenzentrums als geschlossene Einheit. Ein Leitfaden ist durch den „de-facto Standard“ ITIL [Ref. 8, Ref. 9] gegeben. Dieser stellt eine Sammlung bewährter Methoden für das IT-Management von Rechenzentren dar.

Die momentane Transformation des Rechenzentrumsnetzwerks zur Cloud geschieht in Form von steigenden Bandbreiten auf Switch- und Router-Ports, sowie der Virtualisierung von Netzwerken, Servern und Spei-

chern. Diese Transformation bietet IT-Organisationen definierte und skalierbare Systeme, um ihre Netzwerk-  
infrastrukturen in einem leicht abschätzbaren Ausmaß auszubauen. Während die „Cloud“ und „Software-  
Defined-Everything“ kontinuierlich das Konzept individueller Netzwerkgeräte und deren Management auflöst,  
werden der Applikationsdatenverkehr und die „End-User Experience“ stetig schwieriger zu messen und zu  
überwachen. Um einen umfassenden Einblick in das logische Netzwerk zu erhalten, sind Traffic Access  
Point (TAPs) eine ideale Lösung. Daher wird in diesem White Paper ebenfalls auf TAPs eingegangen, wel-  
che Komponenten mit passiven Splittern sind, die das optische Signal teilen und dieses dann den geeig-  
neten Messgeräten zur Verfügung stellt.

## Schritt 1: Schrank

In einem Serverraum oder einem Rechenzentrum finden sich Schränke im international genormten Standardformat 19“ Zoll [Ref. 10]. Die Frontplatten der Einschübe sind ein Vielfaches einer Höheneinheit (HE), welche einem Maß von 1,75 Zoll (etwa 4,445 cm) entspricht. 19“-Schränke mit voller Bauhöhe sind meist 42 Höheneinheiten hoch, mit Bodengerüst und Deckel werden um die zwei Meter Höhe erreicht.

Je nach Einsatzzweck unterscheidet sich der Innenausbau eines solchen Schrankes. Schon die Frage, ob Server oder Switches darin untergebracht werden sollen, also ob es sich um einen Serverschrank oder einen Netzwerkschrank handelt, erfordert entsprechende Anpassungen.



**Abbildung 1: Das Rittal TS IT Rack für Netzwerk- und Serveranwendungen**

Im Rittal TS IT Schranksystem werden zwei verschiedene Möglichkeiten der 19“-Technik angeboten. Im TS IT mit Standard 19“ werden die 19“-Profilschienen über Tiefenstreben mit dem Gehäusechassis verbunden, so dass der Schrank in dieser Anordnung bis zu 1.500 kg an Einbauten aufnehmen kann. Das wird durch Tiefenstreben möglich, die die Last auf den Schrankrahmen ableiten.

Alternativ gibt es die Möglichkeit, einen in sich verschweißten 19“-Montagerahmen einzusetzen, der durch den Verzicht auf zusätzliche Ausbauschiene eine besonders flexible Verkabelung ermöglicht. Der TS IT ist bei Einsatz dieses Montagerahmen für eine Gesamtlast von 1.000kg in der 19“-Ebene freigegeben. Der 19“-Montagerahmen basiert auf der gleichen Profilform wie die Profilschienen und ermöglicht so ein Höchstmaß an Kompatibilität im Bereich des Zubehör.

Das Prinzip der Snap-In Technik wurde bei allen Zubehörkomponenten konsequent umgesetzt. So kann beispielsweise die intelligente Steckdosenleiste (Power Distribution Unit – siehe Schritt 2: Stromabsiche-

zung) von Rittal mit Schnellverschlüssen im Zero-U-Space des Racks schnell und unkompliziert montiert werden.

Zudem werden vormontierte Schränke (praxisorientierte Komplettpakete), Leerschränke für den individuellen Ausbau, aber auch Schränke mit Schutzart für den Einsatz in rauen Umgebungen angeboten. Auch wenn der 19"-Formfaktor für die Einschubgeräte das eigentlich Prägende der heute üblichen Serverschränke ist, sind die Dimensionen eines Racks bei Weitem nicht starr vorgegeben. Schränke werden immer in Außenbreite und Außentiefe angegeben. Lediglich die Einbauhöhe wird in HE beziffert. Marktüblich ist z.B. ein Schrank 42HE 600x800 mm. Dies bedeutet, dass der Schrank eine nutzbare Rasterung von 42 HE hat, hingegen 600 mm Außenbreite und 800 mm Außentiefe. Wenn vor allem Netzwerkkomponenten verbaut werden sollen, sind typischerweise bei Breiten von 800 mm Tiefen von 600, 800 oder 1000 mm gefragt. Überwiegender Servereinsatz erfordert Breiten von 600 und 800 mm sowie Tiefen von 800, 1000 und 1200 mm.

## Schritt 2: Stromabsicherung

Je nach Sicherheitsanforderungen und Redundanzkonzept wird die Stromversorgung über eine oder mehrere unabhängige Einspeisungen bereitgestellt. An der Niederspannungshauptverteilung (NSHV) wird der Strom auf die verschiedenen Gewerke innerhalb der IT Infrastruktur verteilt. Zugleich kommt dem NSHV die Aufgabe zu, zwischen den verschiedenen Stromquellen umzuschalten, diese sind im Redundanzfall die verschiedenen Primäreinspeisungen, und im Falle einer Störung das Zuschalten geeigneter Notstromaggregate.



**Abbildung 2: Stromversorgungspfad im Rechenzentrum**

Zur Absicherung und Stabilisierung des sekundären, verbraucherseitigen Stromnetzes dienen unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV-Anlagen). Die USV trennt das Primärnetz (d.h. die Leitungen des

Energieversorger) von der Stromversorgung der Verbraucher im Rechenzentrum. In modernen USV-Systemen wird dazu der primär zur Verfügung gestellte Wechselstrom in einen Gleichstrom umgewandelt. Dieser Gleichstrom wird in einer Batterie zwischengespeichert und dann auf der Sekundärseite (d.h. Verbraucherseite) in einen reinen Wechselstrom ohne jede Störung zurückverwandelt. Auf den Akku wird zudem zurückgegriffen, falls die Primärseite einen vollständigen Stromausfall hat.

Auf der Sekundärseite, der Verbraucherseite, findet eine weitere Unterverteilung des Stroms auf die einzelnen Gewerke des Rechenzentrums (Kälteerzeugung, IT-Schrankreihen, Beleuchtung, usw.) bis hin zur Steckdose eines Endverbrauchers (z.B. Servers) statt.



**Abbildung 3: Steckdosensystem (PDU) im Schrankrahmen**

Die Rittal PDU-Produktfamilie besteht aus den Modellen Basic, Metered, Switched und Managed. Sie bietet von der Stromverteilung bis hin zu komplexen Analysefunktionen eine durchgehende Systemlösung. Die Funktionen der PDUs bauen aufeinander auf und ergänzen sich. Basic hat eine reine Verteilfunktion, Metered misst die Gesamtverbrauchsdaten und Switched kann zusätzlich einzelne Steckdosen schalten. Managed liefert darüber hinaus elektrische Daten von jeder einzelnen Steckdose.

Darüber hinaus werden auch flexible modulare PDU-Systeme angeboten, die es ermöglichen unterbrechungsfrei im laufenden Betrieb einzelne Steckdosen-Module zu tauschen, um so z.B. von C13 auf C19 zu wechseln oder passive gegen aktive Systeme zu wechseln.

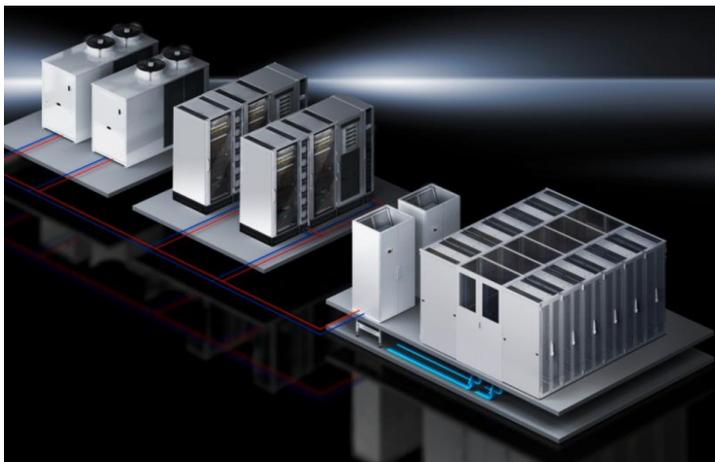
### Schritt 3: Kühlung

Nahezu der gesamte Strom, der in ein Rechenzentrum gebracht wird, verwandelt sich in den Endgeräten in Wärme um. Diese Wärme muss aus dem Rechenzentrum wieder abgeführt werden. Hierzu muss bedarfsgerecht Kälte erzeugt und im Rechenzentrum verteilt werden.

Zur Kälteerzeugung kommen verschiedene Verfahren zur Anwendung. Je nach Kundenanforderung muss dabei über den optimalen Einsatz und die vorteilhafteste Kombination verschiedener Technologien entschieden werden. Chiller erzeugen elektrisch Kälte. Oftmals erlaubt es jedoch die kühle Luft im Freien bereits, warmes Wasser so weit herunterzukühlen, dass dies zur Kälteversorgung eines Rechenzentrums ausreicht. Chiller und Freikühler können sich – bei entsprechender Steuerung – optimal ergänzen.

Ein besonderes Augenmerk muss daher bei der RZ-Planung der Kälteerzeugung gewidmet werden (Abbildung 4), da hier der größte Teil der laufenden Betriebskosten der IT Infrastruktur anfällt.

Im Falle einer niedrigen Wärmelast und einer großflächigen Installation kommt in der Regel eine Doppelbodenklimatisierung zum Einsatz. Über Rohrleitungssysteme wird das gekühlte Wasser ins Rechenzentrum gebracht und die Wärmetauscher der Umluftklimasysteme (UKS, Computer Room Air Conditioning (CRAC)) mit dem kalten Wasser versorgt. Das UKS saugt die warme Raumluft an, kühlt diese im Wärmeaustauscher herunter und bläst die kalte Luft in den abgedichteten Doppelboden. Mittels perforierter Bodenplatten tritt die kalte Luft gezielt vor den IT-Schränken aus und wird von den Endgeräten angesaugt.



**Abbildung 4: Kühlungskette im Rechenzentrum**

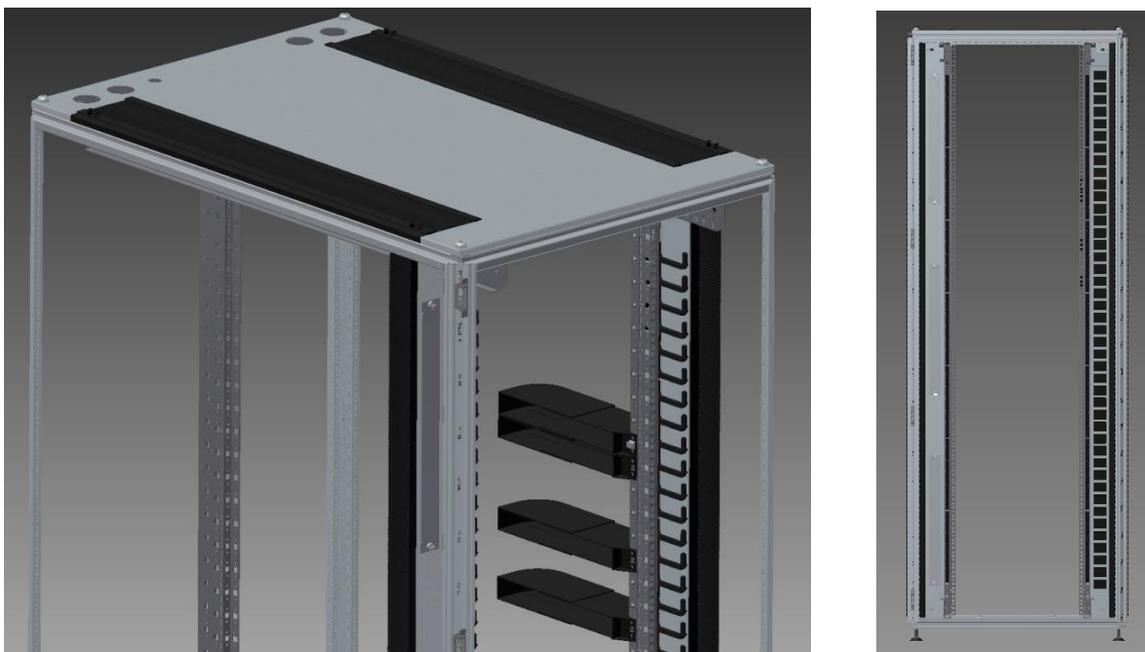
Es empfiehlt sich, die kalte von der warmen Luft innerhalb des Rechenzentrums zu trennen. Der Gang zwischen zwei Serverschrankreihen erhält dazu ein Dach, sowie vorne und hinten Türen. Zusätzlich lassen sich Warm- und Kaltgang mit Sensoren ausstatten, um den Temperaturverlauf und die Druckverhältnisse genau zu kontrollieren.

Bei höheren Wärmelasten empfiehlt es sich die Kühlgeräte direkt in der Schrankreihe zu installieren, um so die umzuwälzende Luftmenge zu verkleinern und eine höhere Effizienz zu erzielen.

Für Hochleistungsserver in High Performance Anwendungen (HPC) ist es möglich, das kühle Wasser bis zum einzelnen Schrank zu bringen. Bei einem Schrankkühlgerät handelt es sich um einen Wärmeaustauscher, der seitlich an einen Serverschrank montiert werden kann. Die kühle Luft wird dann direkt vor die 19"-Ebene geblasen und von den Servern angesaugt. Die warme Abluft wird wieder in den Wärmeaustauscher zurückgeführt. In dieser effizienten Lösung wird ein geschlossener Luftkreislauf im Schrank realisiert. Wichtig ist es auch hier, alle Öffnungen durch Blind-Panels abzudichten, um jede Verwirbelung zwischen kalter und warmer Luft zu vermeiden.

Während Server und auch der größte Anteil der Speichersysteme mit dem Prinzip der „Front-to-Back“ Kühlung entwärmt wird (d.h. die kalte Luft strömt von vorne durch das Gerät, die warme Luft tritt hinten aus), finden sich bei Switchen auch Geräte mit einer seitlichen Luftführung („Left-to-Right“ Kühlung), da die Frontseite für die Ports benötigt wird.

In Abbildung 5 wird dargestellt, wie durch ein Luftleitmodul – seitlich, neben der 19"-Ebene, die Luft zu den Ansaugöffnungen eines Switches geführt werden kann. Bei dieser Art der Kühlung wird zusätzlich seitlich dem Rack kalte Luft zugeführt. Dazu kann die Schottung der 19"-Ebene verwendet werden, die um entsprechende Luftkanäle erweitert wird. Dadurch kann eine Kombination aus herkömmlicher „Front-to-Back“ Kühlung mit der seitlichen „Left-to-Right“ Kühlung in einem Rack kombiniert werden. Gerade bei aktiven Netzwerkkomponenten ist diese Art der Kühlung weit verbreitet.

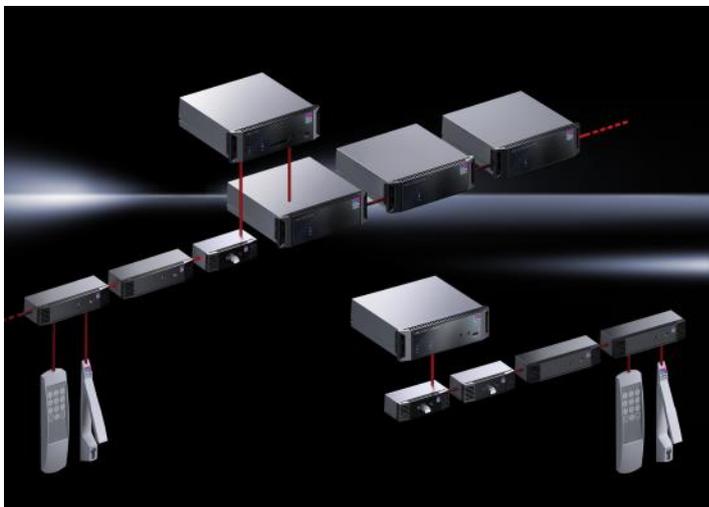


**Abbildung 5: Luftleitblech (links der 19"-Ebene) und Luftkanal (rechts)**

Eine weitere Möglichkeit ist das Verbauen der Netzwerktechnik in die hintere 19“-Ebene. Dazu wird auch ein spezieller 19“-1HE-Luftkanal verbaut, der die Luft auf die Rückseite des Schrankes bringt, wo sie zur Kühlung der Switches benötigt wird.

#### Schritt 4: Sicherheit

Zu den Aufgaben einer Management Software für IT-Infrastrukturen gehört es, alle sicherheitsrelevanten Informationen, die von den Sensoren bereitgestellt werden, zu empfangen, zu bewerten und ggf. in eine Folgeaktion (z.B.: eine Alarmmeldung) umzusetzen.



**Abbildung 6: Monitoring System mit Sensoren**

Der Schutz vor Datenmissbrauch ist einer der wichtigsten Sicherheitsfaktoren in Unternehmen. Das Rittal CMC Monitoring-System (Abbildung 6) regelt den Zugang zu den Racks und dokumentiert den Zugriff von Personen (Authentisierung mittels Chipkarte, Transponder, Magnetkarte) oder unberechtigte Zugriffsversuche (Vandalismus-Sensor). Das Monitoring-System erfasst darüber hinaus mit Hilfe von Sensoren alle sicherheitsrelevanten Parameter wie Temperatur, Feuchtigkeit, Rauch, Luftstrom und Leckage. Zudem erfasst es alle Verbrauchswerte der Endgeräte. Mit Hilfe der einzelnen Monitoring-Systeme kann die übergeordnete Data Center Infrastructure Management Software auch steuernd auf die zugehörigen Endgeräte zugreifen und z.B. die Drehzahl von Lüftern oder die Leistung von Pumpen einstellen.

#### Schritt 5: Strukturierte Verkabelung

TIA-942-A [Ref. 13] und EN 50600-2-4 [Ref. 13] bieten Leitfäden zur strukturierten Verkabelung in Rechenzentren. Um eine strukturierte Verkabelungslösung zu implementieren, ist eine Sterntopologie empfehlenswert. Mit dieser lässt sich eine maximale Flexibilität des Netzwerks erreichen. Die Verkabelungsinfrastruktur

sollte so ausgelegt sein, dass sie „Moves“, „Adds“ und „Changes“ (MACs) ermöglicht, ohne die Verkabelung selbst zu beeinträchtigen. MACs beinhalten Netzwerkkonfigurationen, wachsende und sich verändernde User-Applikationen und/oder Protokolle.

Während die erwähnten Standards bei der Planung der physischen Infrastruktur als Hilfsmittel hinzugezogen werden können, gibt es für die logische Infrastruktur keinen Standard, auf den zurückgegriffen werden kann. Logische Architekturen sind von der Kundenpräferenz abhängig und werden ebenso von den Netzwerkgeräte-Herstellern beeinflusst. Generell können moderne logische Architekturen in vier Schichten eingeteilt werden:

1. Core
2. Spine
3. Leaf
4. Storage

Die entscheidende Aufgabe für viele Planer liegt nun in der „Übersetzung“ dieser logischen Topologien in eine strukturierte Verkabelungsinfrastruktur nach TIA-942-A oder EN 50600-2-4. Diese Übersetzung wird einige Schlüsselemente der Verkabelungslösung, wie etwa Anzahl der Glasfasern, Hardware-Auswahl und Kabelführung, beeinflussen. Der erste Schritt ist es, die Zonen der TIA-942-A oder EN 50600-2-4 Standards (MDA, HDA, ZDA, EDA) in jene der logischen Architektur zu übertragen (Spine, Leaf, Storage). Die folgende Tabelle 1 zeigt einen Vergleich zwischen beiden Zonen der jeweiligen Standards.

**Tabelle 1: Vergleich zwischen logischer Architektur und strukturierter Verkabelungstopologie**

Logische Architektur	EN 50600-2-4	TIA 942-A
Core & Spine	Main Distributor	Main Distribution Area (MDA)
Spine	Intermediate Distributor	Horizontal Distribution Are (HDA)
Leaf & Storage	Zone Distributor	Zone Distribution Area (ZDA)
Storage	Equipment Outlet	Equipment Distribution Area (EDA)

Um das logische Netzwerk in eine strukturierte Verkabelungsinfrastruktur zu übertragen, wird das Rechenzentrum anhand seiner logischen Topologie eingeteilt. Jede Zone sollte für die Verkabelung eine „Middle of Row“ (MoR) Interconnect-Lösung verwenden. Innerhalb jeder Zone werden die EDAs ein „Top of Rack“ (ToR) Interconnect verwenden. Die EDAs bedienen Switches, Server und Storage-Geräte in jedem Schrank, und die ZDAs wiederum bedienen die EDAs. Auf der anderen Seite führen die ZDAs die Verkabelung wieder zurück zu den Hauptverteilerschränken in der MDA.

Der nächste Schritt ist es, die Anzahl der benötigten Glasfasern zu bestimmen, um diese strukturierte Verkabelungslösung zu implementieren. Um die Gesamtmenge zu bestimmen, müssen sowohl Redundanz, als auch Netzwerk-Bedürfnisse berücksichtigt werden.

Das resultierende Design wird wahrscheinlich zu einer großen Anzahl einzelner Glasfasern führen, welche in den „Trunk“-Kabeln geführt werden müssen. „Trunk“-Kabel im Rechenzentrum werden normalerweise in Doppelböden und in Kabelkanälen über den Schrankreihen verlegt. Das Kabelführungssystem in vielen Rechenzentren ist historisch gewachsen und daher selten in einem optimalen Zustand. Die Gründe hierfür sind oft:

- Kabel wurden lange nach der Initial-Installation verlegt, folgten keiner strukturierten Planung und wurden nicht ordentlich zusammengebündelt.
- Die Dokumentation der verlegten Verkabelung existiert entweder nicht oder ist mangelhaft. Daraus folgend, können beschädigte oder ungenutzte Kabel nicht mehr entfernt werden.

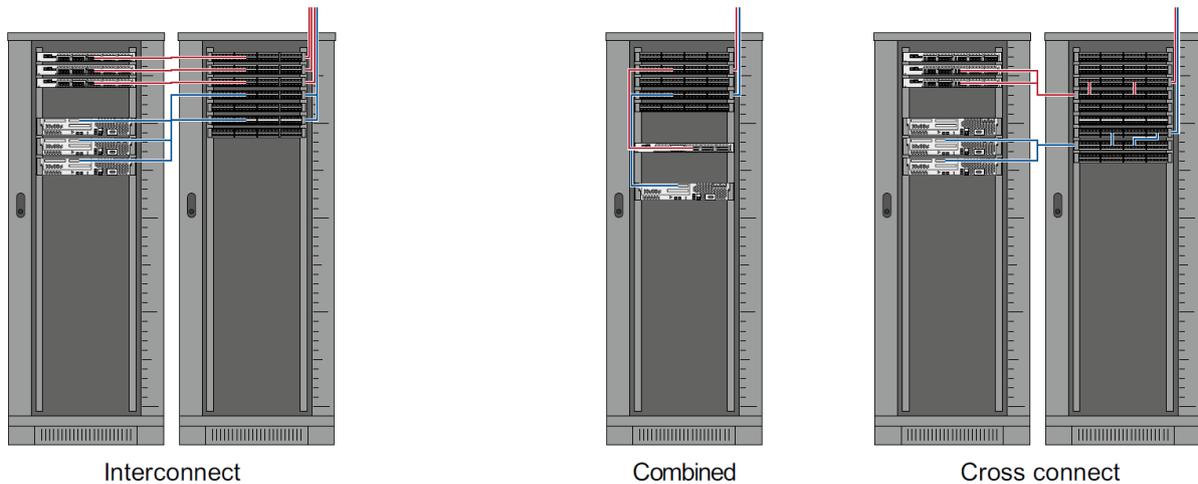
Verkabelungssysteme wie etwa mehrfaserige Glasfaserkabel, die weniger Volumen beanspruchen, bieten eine Lösung. Ebenso werden Führungssysteme, wie etwa konventionelle Kabelwannen oder Gitterrinnen stets empfohlen, da diese Kabel zusammenfassen und in einer nachvollziehbaren Weise durch das Rechenzentrum leiten. Somit wird nebenbei auch noch Platz für die Luftzirkulation geschaffen.

Eine wichtige Frage bleibt noch: Wohin mit den Rangierkabeln? Kann man sie in den Doppelboden legen? Von einem Geräteanschluss sollte stets nur ein Element (z.B. ein Server) im gleichen Schrank versorgt werden. Daraus folgend sollten sie, wenn möglich, nicht in den Doppelboden eingezogen werden. Stattdessen verwendet man eine der folgenden Möglichkeiten:

- Oben liegende Trassen oder Gitterrinnen.
- Wannensysteme wie das „Raceway“-System von R&M werden, wie Trassen und Rinnen, oberhalb der Schränke montiert.
- Unterflursysteme wie die „Raised Floor Solution“ von R&M enthält Rangierfelder in einer Box, die vor den Schränken in den Hohlboden eingebaut wird.

Rechenzentren können Verteilerfelder und aktive Netzwerkkomponenten oft in einem Rack platzieren oder in zwei Racks, die unmittelbar nebeneinander stehen. Diese Konstellationen erlauben flexiblere Kabelrangierungen, wie die folgenden Schemata in Abbildung 7 zeigen.

- Links: Aufteilung der Komponenten auf zwei Racks, einzelne Rangierkabel von Schrank zu Schrank.
- Mitte: alle Komponenten in einem Schrank, einfache Rangierung zwischen den Höheneinheiten.
- Rechts: Aufteilung der Komponenten auf zwei Racks, vorkonfektionierte Kabel stellen die Verbindung zwischen den Schränken bzw. Verteilern und Aktivgeräten her.



**Abbildung 7: Drei flexible Arten Geräte zu verkabeln**

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass übersichtliche Rangierungen die Installation genauso wie „Moves“, „Adds“, „Changes“ (IMAC) im Rechenzentrum erleichtern. Darum sollte die Rangierverkabelung ebenso sorgfältig geplant werden wie die Installationsverkabelung.

## Schritt 6: Polaritätsmanagement

Die Migration zur nächsten Switch-Generation wird eine sorgfältige Planung der Anzahl der Glasfasern erfordern. Der Stand der Technik, wie etwa 40G und 100G Ethernet-Systeme, benötigt eine sechs- bzw. zwölf-fache Zahl der Glasfasern pro individuellem Link. 40G Ethernet Systeme nutzen einen 12-fasrigen MTP<sup>®</sup>-Stecker als Schnittstelle zum optischen Transceiver. Mit der neusten Generation von 100G Ethernet, welche ebenfalls den 12-fasrigen MTP<sup>®</sup>-Stecker verwendet, wäre die Glasfaserzahl dieselbe wie in den 40G-Systemen [Ref. 11].

Als Polaritätsmanagement bezeichnet man die Aufgabe sicherzustellen, dass ein Signal, welches von einem Transceiver auf dem Transmitterport (Tx) gesendet wurde, beim anderen Transceiver auf dem Receiverport (Rx) empfangen wird. Das Hauptziel der Polarität in der Kabelinfrastruktur ist es sicherzustellen, dass in jedem Link Tx-Ports mit Rx-Ports am gegenüberliegenden Ende verbunden sind. Falls die Polarität nicht geplant und aktiv geregelt wird, ist das Ausprobieren die einzig bleibende Methode Patchkabel zu installieren.

Um zu gewährleisten, dass die Polarität in einer strukturierten Verkabelung beibehalten wird, hat die TIA 568-C.0 drei Möglichkeiten definiert. Jede dieser Methoden hat jedoch den Nachteil, dass irgendwo im Link ausgekreuzt werden muss. Dies bedeutet, dass entweder zwei unterschiedliche Patchkabel oder MTP<sup>®</sup> Module oder ein kompliziertes „Trunk“-Kabeldesign eingesetzt werden muss.

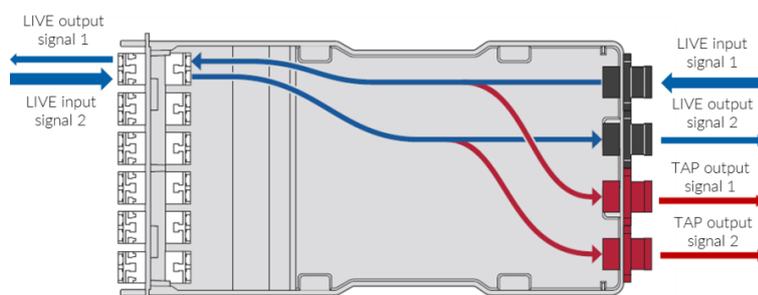
Um dieses Problem aus dem Weg zu räumen, hat R&M ein MTP<sup>®</sup> entwickelt, welches das Polaritätsmanagement auf clevere Weise löst – das Typ S MTP<sup>®</sup> Modul. Diese Methode benötigt somit dann auch nur einen Patchkabel- und MTP<sup>®</sup> Modul-Typus. Die Auskreuzung der Glasfasern für Duplex-Signale (wie etwa bei 10GBASE-SR oder 16G Fibre Channel) findet im vorkonfektionierten Modul statt. Das Verkabelungsschema für Trunks und Patchkabel bleibt somit immer das gleiche – selbst für eine parallel-optische Übertragung in 40/100G Ethernet-Systemen.

## Schritt 7: Netzwerk Monitoring und TAPs

In einer Zeit, in der die „Cloud“ und „Software-Defined Everthing“ das Konzept des einzelnen Gerätes und der Geräteverwaltung kontinuierlich auflösen, wird es immer schwieriger, den Applikations-„Traffic“ und die „End-User Experience“ zu messen und zu optimieren. RZ-Netzwerkmanager stehen vor dem Problem eine bessere Visibilität in ihren Netzwerken zu erreichen, um so die Grundlage zur Verbesserung der Applikationsperformance zu schaffen und die Integrität des Sicherheitssystems zu gewährleisten.

Um in diesem Umfeld eine umfassende Visibilität zu erhalten sind sogenannte „Traffic Access Points“ (TAPs) die akkurateste, zuverlässigste und OpEx-sparendste Art für einen Zugang zum Datenfluss. Ein TAP ist ein passiver optischer Splitter, der eine identische Kopie des optischen Signals generiert. Das Glasfaserkabel mit dem eingehenden Signal wird mit dem Splittereingang verbunden. Das Splittersignal wird dann in den Live-Ausgang separiert, welcher mit dem empfangenden „In-Band“ Gerät verbunden wird, und dem Monitor-Ausgang, welcher mit dem „Out-of-Band“ Messgerät verbunden wird. Aufgrund der Tatsache, dass ein TAP solche Splitter auch in einer Duplex-Weise nutzt, kann eine komplette Kopie des Verkehrs zwischen zwei Geräten erzeugt werden.

Abbildung 8 zeigt das Schema des Signalwegs in einem 24-fasrigen Multimode HD TAP Modul. Die MTP<sup>®</sup>-Stecker auf der rechten Seite der Grafik bieten zwei Verbindungen für den Live-Traffic via „Trunk“-Kabel, und zwei MTP<sup>®</sup>-Stecker (Rot) für die TAP-Kanäle. Diese werden folglich via MTP<sup>®</sup>-Trunk oder MTP<sup>®</sup>-LC Fanout-Kabel mit den Monitoring Geräten verbunden. Die linke Seite der Abbildung zeigt die Vorderseite des Moduls mit ihren zwölf LC-Duplex Ports für den Anschluss von Patchkabeln.



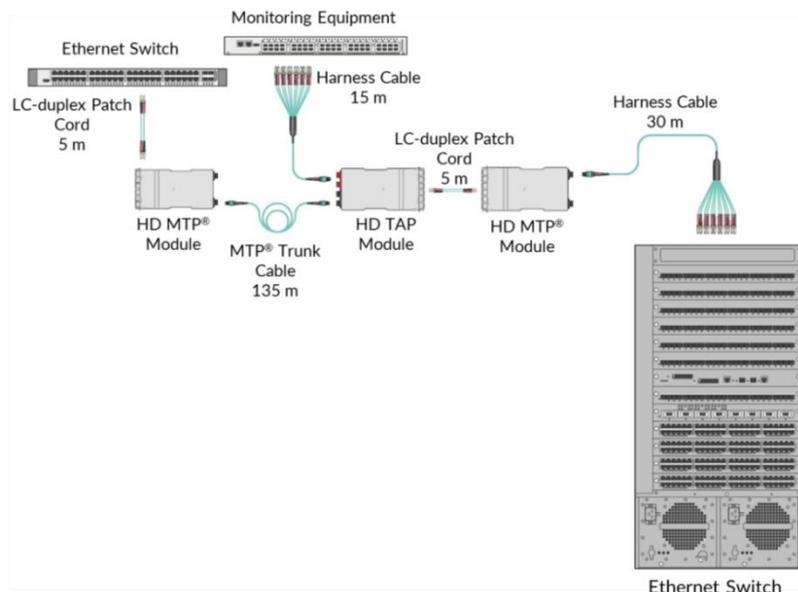
**Abbildung 8: Schema des Signalwegs in einem HD TAP Modul**

Der Anteil, zu welchem der Splitter das eingehende optische Signal zwischen den beiden Ausgängen aufteilt, wird Split-Verhältnis genannt. R&M's Standard-TAPs nutzen ein 50/50-Verhältnis. Dies bedeutet, dass 50% des eingehenden Signals in den Live-Ausgang und 50% in den TAP-Ausgang geleitet werden. Per Definition stellt ein Split-Verhältnis von 50/50 bereits eine Dämpfung von 3dB dar. Mit dieser zusätzlichen Einfügedämpfung muss das gesamte optische Link-Budget sorgfältig bewertet werden.

Neben den Verlusten durch die Aufteilung des optischen Signals, produziert solch ein Splitter keine Latenz oder sonstige Abänderung des Signals. Die Performance bleibt bestehen – unabhängig von der Tatsache, ob ein Messgerät an den TAP-Ausgang angeschlossen ist oder nicht. Dies erlaubt es, das HD TAP Modul zu installieren und „sich nicht weiter darum zu kümmern“, da es keiner Wartung bedarf.

TAPs werden normalerweise zwischen zwei beliebigen Netzwerkgeräten wie etwa Switches, Router und „Storage“-Geräte platziert, um dem Netzwerk- und Sicherheitspersonal einen Monitoring-Zugang zu bieten. Indem man TAPs bereits während des Initialaufbaus als Teil der Infrastruktur einsetzt, eliminiert man „Downtime“, welche sonst für eine ad-hoc Installation im laufenden RZ-Betrieb notwendig wäre. Um das „Visibility-Eco-System“ zu vervollständigen, werden die TAPs mit den Monitoring-Geräten, inklusive Receiver, Analysehardware und -software verbunden.

Obwohl TAPs in den für die Link-Planung relevanten Standards nicht explizit als Dämpfungsquelle erwähnt werden, können sie doch unter den gleichen Bedingungen wie Steckverbinder oder Konversionsmodule budgetiert werden.



**Abbildung 9: Typischer 10GBASE-SR Link mit einem 50/50 HD TAP Modul im Hauptverteiler**

Die Einfügung eines 50/50 TAPs führt zu einer zusätzlichen Dämpfung von 3.9dB, sowohl für den Live-Traffic-Pfad, als auch für den TAP-Pfad. Diese zusätzliche Dämpfung reduziert die mögliche Kanallänge für

10GBASE-SR dramatisch. In dieser topologischen Konfiguration besteht der Live-Traffic-Kanal (welcher vom Core-Switch zu einem Aggregationsswitch führt) aus einem HD TAP Modul, zwei HD MTP<sup>®</sup> Module, zwei LC-Duplex Patchkabel, einem MTP<sup>®</sup>-LC-Duplex Harnesskabel und einem MTP<sup>®</sup> Trunk. Die Gesamtlänge beträgt hier 175 Meter. Sämtliche Kabel basieren auf der OM4-Faser.

Der kurze TAP-Pfad (welcher hier vom Core-Switch zum Monitoring-Gerät verläuft) besteht aus dem HD TAP Modul, einem HD MTP<sup>®</sup> Modul, zwei MTP<sup>®</sup>-LC-Duplex Harnesskabel und einem LC-Duplex Patchkabel – mit einer Gesamtlänge von 50 Metern. Der lange TAP-Pfad (welcher hier den Aggregation-Switch mit dem Monitoring-Gerät verbindet) besteht aus dem TAP, einem HD MTP<sup>®</sup> Modul, einem LC-Duplex Patchkabel, einem MTP<sup>®</sup> Trunkkabel und einem MTP<sup>®</sup>-LC-Duplex Harnesskabel. Somit beläuft sich die Gesamtlänge auf 155 Meter.

Die daraus entstehende Einfügedämpfung wird nun für jeden dieser Pfade individuell berechnet und kann mit den maximalen Kanallängen verglichen werden. Die Maximallängen für das obige Beispiel (Abbildung 9) sind in Tabelle 2 gelistet.

Live-Pfad Einfügedämpfungen von links nach rechts sind:

$$0.35\text{dB} + 3.9\text{dB} + 0.35\text{dB} = 4.6\text{dB}$$

Die Einfügedämpfungen des kurzen TAP-Pfades von links nach rechts sind:

$$3.9\text{dB} + 0.35\text{dB} = 4.25\text{dB}$$

Und jene des langen TAP-Pfades von links nach rechts sind:

$$0.35\text{dB} + 3.9\text{dB} = 4.25\text{dB}$$

**Tabelle 2: Kanallängen-Grenzwerte für einen 10GBASE-SR Link mit 50/50 TAP**

Signalpfad	Einfügedämpfung [dB]	Maximale Kanallänge [m]	
		OM3	OM4
Live-Pfad	4.60	170 m	230 m
Kurzer TAP-Pfad	4.25	190 m	260 m
Langer TAP-Pfad	4.25	190 m	260 m

Wenn man nun die maximalen Kanallängen mit der Topologie in Abbildung 9 vergleicht, erkennt man leicht, dass das Power-Budget sämtliche Pfade unterstützt – vorausgesetzt man verwendet eine OM4-Faser.

## Schritt 8: AIM / DCIM

Da die durchschnittliche Fläche eines Rechenzentrums heutzutage zwischen 1.000 und 2.500 m<sup>2</sup> liegt und häufig tausende von Netzwerk-Ports beinhaltet, ist die manuelle Kabelnachverfolgung keine praktikable Option. Dennoch führen immer noch viele Netzwerkmanager ihre Inventarisierung und das Management der physischen Infrastruktur mit Excel-Tabellen – oder gar mit Papier, Stift und „Post-its“ – aus. Daraus realistische Expansionspläne zu entwickeln und eine Risikoanalyse durchzuführen, ist unmöglich, ganz zu schweigen von der Einhaltung von Standards und bewährten Verfahren zur Steuerung von Datensicherheit und Verfügbarkeit.

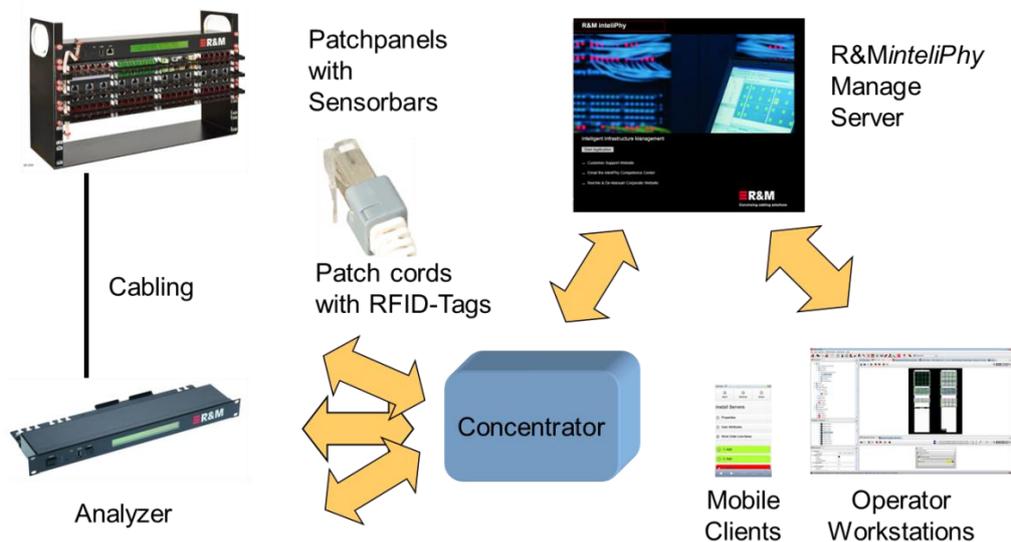
Automatisierte Infrastrukturmanagement (AIM) Systeme bieten hierzu eine Lösung, indem sie Funktionen zum Abbilden, Managen, Analysieren und Planen von Verkabelung und Schränken bereitstellen. Diese Systeme verbessern die operative Effizienz und erleichtern das laufende Management der passiven Infrastruktur. Die integrierten Hardware- und Softwaresysteme detektieren automatisch, wenn ein Kabel eingesteckt oder gezogen wird, und dokumentieren die Verkabelungsinfrastruktur, ebenso wie das angeschlossene Gerät. Dies ermöglicht ein fortlaufendes, granulares Management der Infrastruktur, wie auch den Datenaustausch mit dem „Data Center Infrastructure Management“ (DCIM), „Building Management Systemen“ (BMS), IT Servicemanagement (ITSM), „Asset Lifecycle“, Sicherheitsmanagement-Systemen und anderen Plattformen. Alles kann somit von einem gemeinsamen, übergreifenden Software-Tool überwacht und administriert werden.

Die gesamte Infrastruktur wird in einer konsistenten Datenbank dargestellt und bietet somit präzise Echtzeit-Informationen über den momentanen Zustand und zukünftige Anforderungen des Rechenzentrums. Die einheitliche Datenbasis zeigt ihre Vorteile in mehreren speziellen Bereichen. Die Administration der Verkabelungsinfrastruktur und verbundener Geräte ist stets aktuell. Des Weiteren bietet dieser Ansatz die Grundlage für effiziente Facility- und IT-Management-Prozesse und -Systeme. Kontinuierliches Asset Tracking und Asset Management in Kombination mit „Event“-Benachrichtigungen unterstützen die Sicherheit des physischen Netzwerks.

Eine kürzlich von R&Ms in einer großen europäischen Installation durchgeführte Studie hat gezeigt, dass die für das Nachverfolgen und Dokumentieren der Verkabelung benötigte Zeit um 85% reduziert werden konnte. Nach der Einführung von R&M *IntelliPhy*, einem RFID-basierten AIM, konnte die Aktualität und Fehlerfreiheit auf nahezu 100% erhöht werden.

R&MinteliPhy kann jederzeit auf R&Ms HD Plattform nachgerüstet werden. Das gesamte System ist in Abbildung 10 dargestellt und besteht aus:

- Analyzer
- R&MinteliPhy Manage Server
- R&MinteliPhy Manage Clients
- RFID-Tags
- Sensorleiste



**Abbildung 10: Die schematische Zusammenstellung des R&MinteliPhy Systems**

Der Analyzer wird mit allen Sensorleisten via eines „Daisy-Chain“-Kabelsystems verbunden. Es liest die Sensorleisten aus und versorgt den Server mit den aktuellen Daten über sämtliche Verbindungszustände. Positioniert wird dieser Analyzer in einem 19“-Schrank oder platzsparend an Tragschienen innerhalb des Schranks. Ein Analyzer kann mehrere Schränke und bis zu 2.000 Ports abdecken. Falls es mehrere Analyser in einer Installation gibt, wird ein Konzentrator verwendet, welcher die Informationen aller Analyser bündelt und mit dem Server kommuniziert.

In einer zentralen Position kontrolliert und überwacht der R&MinteliPhy Manage Server die gesamte Infrastruktur in Echtzeit. Des Weiteren bietet er eine komplette Auswahl an Administrations- und Automatisierungstools. Systeme von Drittanbietern sind mittels standardisierter Schnittstellen leicht zu integrieren. Der Server ist vom Betriebssystem unabhängig und ist ebenfalls als „Cloud“-basierter Service erhältlich.

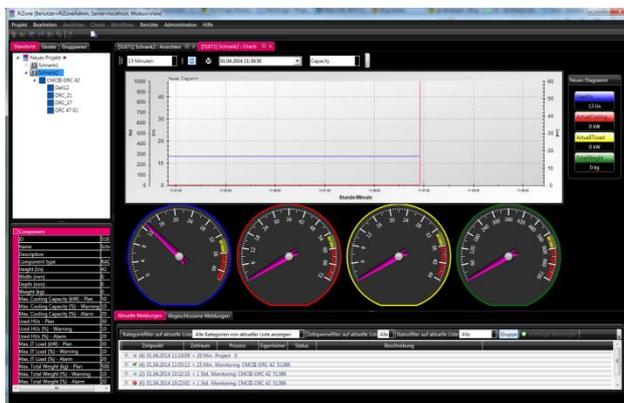
Ein Browser oder Smartphone ist alles, was es braucht, um R&MinteliPhy zu betreiben. Die graphische Benutzeroberfläche ermöglicht einen intuitiven Betrieb und erlaubt Zugang zu allen Funktionen – vom automa-

tischen Routing bis zur Zeitplanung von MAC-Projekten. Mehrere User können gleichzeitig mit dem System arbeiten.

Ein RFID-Tag auf dem Stecker beinhaltet alle notwendigen Informationen, um Kabel und Stecker zweifelsfrei zu identifizieren. Der nachrüstbare Plastikclip mit dem Tag passt auf alle Glasfaser- und Kupferstecker von R&M. Eine Sensorleiste detektiert den RFID-Tag kontaktfrei. Diese kann auf alle R&M*intelliPhy*-kompatiblen Patchpanel nachgerüstet werden. Die Leiste erfasst Stecker und Verbindungen. LEDs zeigen den Betriebsstatus der Ports an und unterstützen den Techniker beim Patchen.

Ein installiertes AIM-System ermöglicht es Organisationen, ihre Geschäftsprozesse aus einer IT-Infrastruktur-Perspektive heraus zu optimieren. Es eliminiert „vergessene“ Kapazitäten und erleichtert eine „End-to-End“-Analyse. Daraus folgend ermöglicht sie ein agiles Infrastrukturmanagement und unterstützt voraussagende Analysen. Da in einem AIM-System die gesamte Infrastruktur in einer konsistenten Datenbank dargestellt ist, können Anfragen zu freien Ports in Netzwerkschränken oder verfügbarer Platz im Schrank schnell und einfach beantwortet werden.

Eine DCIM-SW (Data Center Infrastructure Management) unterstützt den IT-Administrator optimal bei der Bewältigung der Herausforderungen, die sich von dem Beobachten und Steuern einzelner Geräte bis hin zur ganzheitlichen Optimierung des Rechenzentrums unter wirtschaftlichen Randbedingungen, sowie Verfügbarkeits- und Sicherheitsaspekten ergeben.



**Abbildung 11: DCIM-Oberfläche**

Die DCIM-SW beobachtet und steuert alle IT-Infrastruktur-Komponenten, die für den sicheren Betrieb der Server, Storage-Systeme, Router und Switches notwendig sind. Dazu gehören:

- Stromversorgung und -absicherung
- Kälteerzeugung und -verteilung
- Raum- und Schranküberwachung
- Rechenzentrumssicherheit

- Asset- und Kapazitätsmanagement
- Effizienz und Energieverbrauch

Entscheidend ist für einen IT-Administrator das Zusammenspiel der einzelnen Gewerke seines Rechenzentrums wie physischer IT-Infrastruktur, Netzwerk, Server, Gebäudeleittechnik, ERP-Systeme, um nur einige zu nennen. Die DCIM-SW bietet intelligente Schnittstellen an, um eine ganzheitliche, transparente Sicht bereitzustellen.

Eine DCIM-SW kann den Gesamtverbrauch (kW/h, €, CO<sub>2</sub>) und die Effizienz des Rechenzentrums mit Hilfe von Trendanalysen darstellen. Die Software erlaubt es, Regelkreise zu definieren, um den optimalen Arbeitspunkt eines Rechenzentrums bedarfsgerecht einzustellen. Sie ermöglicht damit die kontinuierliche Optimierung einer IT-Infrastruktur, um Kostensenkungspotentiale nachhaltig zu erschließen.

In der Regel bieten DCIM-Systeme eine Standard SNMP-Schnittstelle an, die es ermöglicht, diese an übergeordnete Server- oder Netzwerkmanagementsysteme anzubinden.

## **Schritt 9: Lifecycle**

Für IT-Manager kann die nutzbare Lebensdauer eines Servers bei vier bis fünf Jahren liegen. Für ein IT Service-Unternehmen mag ein „Outsource“-Managementvertrag vier Jahre dauern. Sich entwickelnde Technologien und die Nachfrage nach neuen Geschäftsapplikationen schaffen ein Umfeld in dem Server, Switche, Speicher und die Verkabelung in einer atemberaubenden Häufigkeit neu aufgesetzt, außer Betrieb genommen, gewartet und innerhalb des Rechenzentrums neu arrangiert werden.

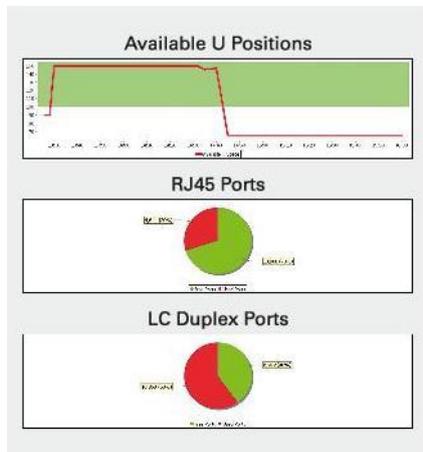
In einer solchen Umgebung geht der Überblick über IT-Assets leicht verloren. Es gab schon Fälle, in denen Unternehmen für verlängerte Wartungsverträge auf physische Server zahlten, die die gar nicht mehr Teil des Rechenzentrums waren. Ohne ein Infrastrukturmanagement-System könnte ein Gerät aus einem Schrank entfernt und für mehrere Monate ohne Nachverfolgung ins Lager gestellt werden.

Gleichzeitig hat ein typisches Rechenzentrum einen Lebenszyklus von zehn bis 15 Jahren. Verkabelungsarchitekturen haben einen unwahrscheinlichen Einfluss auf die Fähigkeit des Rechenzentrums, sich an Veränderungen der Netzwerkarchitekturen, ansteigende Bandbreitenanforderungen, und „Moves“, „Adds“ und „Changes“ anzupassen.

Verkabelungsstandards werden regelmäßig neu geschrieben und überarbeitet. Zum Beispiel werden TIA Standards alle fünf Jahre geprüft und können daraus folgend entweder bestätigt, zurückgezogen oder überarbeitet werden. ISO/IEC Standards werden für eine Lebensspanne von zehn Jahren geschrieben. IEEE Anwendungsstandards werden definiert und regelmäßig vor dem Hintergrund aktueller Produktfähigkeiten geprüft. Diese stellen die Referenz für aktuelle Verkabelungsstandards dar.

Falls die Verkabelungsarchitekturen zu Beginn nicht korrekt gewählt werden, können die sich weiterentwickelnden technischen Anforderungen an das Netzwerk zu einem verfrühten Auswechseln der Infrastruktur

zwingen. Umsichtige IT-Abteilungen sollten ihre Netzwerke daher für die Zukunft vorbereiten, indem sie die Unterstützung für 40/100 Gigabit Ethernet und ein AIM System in ihre Strategie integrieren.



**Abbildung 12: R&MintelIPhy Dashboard mit einer Darstellung der verfügbaren Ports**

Ein oft übersehener Aspekt ist das Lagern von vorrätigen Patchkabeln. Es ist sinnvoll, eine kleine Anzahl von Patchkabeln unterschiedlicher Längen im Lager zu halten. Die Erfahrung zeigt, dass 1 Meter, 3 Meter und 5 Meter die am häufigsten verwendeten Längen sind. Die Typen werden von der spezifischen Applikation abhängen, aber generell gilt, dass das Lager RJ45 Kat. 6<sub>A</sub> und OM4 LC-Duplex Kabel umfassen sollte – gegebenenfalls bereits sogar schon 12-fasrige OM4 MTP<sup>®</sup> Patchkabel.

Mit der voraussagenden Analysefunktion eines AIM System kann eine präzise Erfassung der installierten Verkabelung und der genutzten Ports dazu genutzt werden, um vorauszusagen, welche und wie viele Kabel auf Lager gehalten werden sollten.

Am Ende des Lebenszyklus soll das „Product Lifecycle Management“ jene Geräte bestimmen, die das optimale Arbeiten negativ beeinflussen, z.B. durch zu hohe Energiekosten, und daher außer Betrieb genommen werden sollten. Das Alter des Gerätes kann ebenso ein Parameter sein, da die Wartungskosten am Ende des Lebenszyklus ansteigen können.

## Schritt 10: Managementprozesse und Dienstleistungen

Um das Rechenzentrum stets in einem normalem Betriebszustand zu halten, sollte ein umfassender Wartungsplan für alle Infrastrukturelemente etabliert werden. Dieser Wartungsplan muss mit den Anforderungen der jeweiligen Lieferanten konform und in einem DCIM oder AIM System implementiert sein. Der folgende Abschnitt soll die individuellen Managementprozesse aufzeigen, die von diesen Systemen abgedeckt werden.

Das „Operation Management“ muss eine Monitoring-Infrastruktur implementieren, um Informationen über den Status und die Ausfälle aller RZ-Infrastrukturelemente zu bieten. Zusätzliche Daten zur Verwendung in

Management-Prozessen, wie etwa Energiemanagement, Lebenszyklus-Management, Kapazitätsmanagement und Verfügbarkeitsmanagement, können durch Sensoren erfasst und in einer zentralen Datenbank protokolliert werden.

Ein „Incident Management“ ist der Schlüssel zur Beseitigung von Fehlern und zur Rückkehr in den normalen Betriebszustand. Diese Systeme bearbeiten Meldungen über Ausfälle. Vorfälle werden registriert, überwacht, gelöst und geschlossen. Für Analyse-Zwecke im Verfügbarkeitsmanagement registriert die Vorfalldokumentation den Anfang und das Ende jedes Ausfalls. Es wird empfohlen, jeden Vorfall und die Reaktion darauf nochmals durchzusehen. Ebenso sollte dies, soweit möglich, dort gemacht werden, wo Änderungen vorgenommen wurden, um wiederkehrende Störungen zu verhindern und die Reaktion auf solche zu verbessern.

Natürlich ist es das Ziel des „Incident Management“, die Ausfallzeit zu minimieren. Daher soll der Key Performance Indicator (KPI) „mittlere Reparaturzeit“ (MTTR) für jeden Vorfall gemeldet werden. Wo eine Leistungsvereinbarung (Service Level Agreement, SLA) vorhanden ist, besteht die Einhaltung der SLA als erweiterter KPI für das „Incident Management“.

Prozesse wie „Incident Management“, Kapazitätsmanagement, Energiemanagement oder Verfügbarkeitsmanagement können Änderungen für den Change Management-Prozess initiieren. Bei der Registrierung soll der Ersteller des „Changes“ eine Beschreibung der Änderung und die gewünschten Effekte mitteilen. „Changes“ sollen geplant werden, um eine angemessene Koordination zu ermöglichen. Ausfallzeiten sind durch die Koordination der „Changes“ in Bezug auf das gleiche System zu minimieren. Ressourcen sollen zur Verfügung gestellt werden, um sicherzustellen, dass der „Change“ erfolgreich abgeschlossen werden kann. Das Change Management soll daher dem Operation Management Informationen über geplante „Changes“ zur Verfügung stellen [Ref. 12].

Ein solcher Ansatz ist nur möglich, wenn alle „Changes“ überwacht und der Ersteller automatisch über den Status informiert wird – insbesondere, wenn der „Change“ erfolgreich umgesetzt wurde.

Der abschliessende Aspekt ist das Kapazitätsmanagement, welches die Verwendung der bereitgestellten Kapazitäten des RZs optimieren soll. Daher muss es die Kapazitäten der RZ-Infrastruktur überwachen, analysieren, verwalten und berichten.

Im Kapazitätsmanagement sind drei Kapazitätskategorien zu unterscheiden:

- a) Die Gesamtkapazität des Rechenzentrums: die maximale Kapazität, für die es bei Vollausbau ausgelegt wurde;
- b) bereitgestellte Kapazität: die Kapazität der tatsächlich installierten Infrastruktur;
- c) genutzte Kapazität: die tatsächlich von der IT und Facility verwendete Kapazität.

Idealerweise wird die Granularität des Kapazitätsmanagements nicht auf die Raumebene beschränkt, sondern ermöglicht sogar eine Sicht auf die einzelnen Höheneinheiten - oder noch besser: bis auf die Port-Ebene.

## Literatur

- Ref. 1 Uptime Institute, Tier Definition: <http://uptimeinstitute.com/TierCertification>
- Ref. 2 BSI: Verfügbarkeitsklassen: [https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/weitereThemen/Hochverfuegbarkeit/HVKompendium/hvkompendium\\_node.html](https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/weitereThemen/Hochverfuegbarkeit/HVKompendium/hvkompendium_node.html)
- Ref. 3 BITKOM Leitfaden betriebssicheres Rechenzentrum: [http://www.bitkom.org/files/documents/131213\\_Leitfaden\\_BRZ\\_web.pdf](http://www.bitkom.org/files/documents/131213_Leitfaden_BRZ_web.pdf)
- Ref. 4 Sarbanes-Oxley Act legal text: <http://www.sec.gov/about/laws/soa2002.pdf>
- Ref. 5 Basel II: <http://www.bis.org/publ/bcbs107.pdf>
- Ref. 6 Health Insurance Portability and Accountability Act legal text: <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CRPT-104hrpt736/pdf/CRPT-104hrpt736.pdf>
- Ref. 7 Payment Card Industry Data Security Standard: <http://www.bis.org/publ/bcbs107.pdf>
- Ref. 8 ITIL Best Practices: <https://www.axelos.com/itil>
- Ref. 9 IT Service Management: ISO/IEC 20000 Norm: [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_ics/catalogue\\_detail\\_ics.htm?csnumber=60329](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=60329)
- Ref. 10 19“ Standard: EIA 310-D, IEC 60297 und DIN 41494 SC48D
- Ref. 11 IEEE 802.3bm: <http://standards.ieee.org/about/get/802/802.3.html>
- Ref. 12 EN 50600-2-6: Management and operational information
- Ref. 13 ANSI / TIA-942-A: [Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers](#)
- Ref. 14 EN 50600-2-4: Telecommunications cabling infrastructure



**Convincing cabling solutions**



## Über R&M

Als weltweit agierender Schweizer Anbieter von Connectivity-Systemen für hochwertige und leistungsfähige Rechenzentrumsnetzwerke bietet R&M kompetente Beratung und massgeschneiderte Lösungen an. Infrastrukturbetreiber und Operation Manager sind damit in der Lage, agile, zuverlässige und kostengünstige geschäftsorientierte IT-Infrastrukturen aufzubauen und zu betreiben.

Dieser Ansatz von R&M – «Convincing Cabling Solutions» – ermöglicht es Organisationen, ihre Büro-, Rechenzentrums- und Zugangsnetzwerke ganzheitlich zu planen, aneinander anzupassen und zu verschmelzen. Die Glasfaser-, Kupfer- und Infrastrukturkontrollsysteme des Unternehmens sorgen für kompromisslose Produktqualität, die auch höchste Standards erfüllt. Da aber selbst die hochwertigsten Produkte für sich genommen keinen fehlerfreien Betrieb garantieren können, erstellt R&M mit Ihnen gemeinsam eine gründliche Analyse und auf deren Grundlage einen strukturierten und zukunftsgerichteten Entwurf eines physischen Netzwerks, das Ihre Anforderungen am wirkungsvollsten erfüllt.

Sie suchen kompetente Beratung und dauerhaft gute Kundendienstleistungen? Dann ist R&M der richtige Ansprechpartner.

Weitere Informationen finden Sie unter [www.rdm.com](http://www.rdm.com).

## Über Rittal

Rittal mit Sitz in Herborn, Hessen, ist ein weltweit führender Systemanbieter für Schaltschränke, Stromverteilung, Klimatisierung, IT-Infrastruktur sowie Software & Service. Systemlösungen von Rittal kommen in nahezu allen Branchen, vorwiegend in der Automobilindustrie, in der Energieerzeugung, im Maschinen- und Anlagenbau sowie in der ITK-Branche zum Einsatz. Mit rund 10.000 Mitarbeitern und 58 Tochtergesellschaften ist Rittal weltweit präsent.

Zum breiten Leistungsspektrum gehören Infrastrukturlösungen für modulare und energieeffiziente Rechenzentren mit innovativen Sicherheitskonzepten zur physischen Daten- und Systemsicherung. Die führenden Softwareanbieter Eplan und Cideon ergänzen die Wertschöpfungskette durch disziplinübergreifende Engineering-Lösungen, Kiesling Maschinenteknik durch Automatisierungslösungen für den Schaltanlagenbau.

Rittal wurde im Jahr 1961 gegründet und ist das größte Unternehmen der inhabergeführten Friedhelm Loh Group. Die Friedhelm Loh Group ist mit 18 Produktionsstätten und 78 Tochtergesellschaften international erfolgreich. Die Unternehmensgruppe beschäftigt über 11.500 Mitarbeiter und erzielte im Jahr 2014 einen Umsatz von rund 2,2 Milliarden Euro. Zum siebten Mal in Folge wurde das Familienunternehmen 2015 als Top Arbeitgeber Deutschland ausgezeichnet.

Weitere Informationen finden Sie unter [www.rittal.de](http://www.rittal.de) und [www.friedhelm-loh-group.com](http://www.friedhelm-loh-group.com).