

Ready for Future

Rheinenergie AG installiert Spine-Leaf-Architektur

Frauke Schütz

Strom, Gas, Wasser, Wärme: Die Versorgung von Wirtschaft, Industrie, Handel und Gewerbe sowie von Privathaushalten mit Energie und Trinkwasser muss jederzeit zuverlässig, effizient und sicher sein. Voraussetzung ist eine hochverfügbare Infrastruktur mit hohen Übertragungsgeschwindigkeiten. Um dieser Anforderung langfristig gerecht zu werden, nahm die Rheinenergie AG eine Neugestaltung ihres Rechenzentrums (RZ) vor: Der Energiedienstleister brachte die Technik seiner Infrastruktursysteme unter Energieeffizienzaspekten auf den neuesten Stand und implementierte ein innovatives Spine-Leaf-Konzept.

Die Rheinenergie AG ist ein in Köln und der rheinischen Region verankertes, bundesweit aktives Energieversorgungsunternehmen. Mit rund 3.000 Mitarbeitern trägt sie gemeinsam mit ihren Partnern Verantwortung für etwa 2,5 Mio. Menschen, Industrie, Handel und Gewerbe bei der Belieferung mit Strom, Gas, Trinkwasser und Wärme. Außerdem stellt sie umfangreiche Dienstleistungen bereit, bundesweit ist sie damit insbesondere im Geschäftskundensegment erfolgreich. Dank der Anbindung an die Stadtwerke Köln kann die Rheinenergie ganze Dienstleistungspakete anbieten, etwa rund um die Entwicklung von Wohnquartieren – von der energetischen Sanierung über nachhaltiges digital gesteuertes Siedlungsenergiemanagement bis hin zu Mobilitätshubs, digitaler Dateninfrastruktur und Entsorgung.

2012 entschied sich die Rheinenergie zu einem Redesign ihres Rechenzentrums. Zu den wichtigsten Anforderungen zählte, Stromversorgung, Klimatechnik, Doppelboden sowie Brandschutz der Infrastruktursysteme auf den neuesten Stand der Technik zu bringen. Parallel dazu wollten die Projektverantwortlichen den Stromverbrauch des IKT-Betriebs energieeffizient optimieren. Zudem sollte die neue passive Verkabelungsstruktur für die Bedürfnisse künftiger Übertragungsraten gerüstet und redundant ausgelegt sein, um Latenzzeiten zu minimieren. „Eine strukturierte Verkabelung mit einer Sterntopologie, die eine Netzerweiterung problemlos unterstützt hätte, war nicht durchgängig gegeben“, sagt Dieter Schaefer, Infrastrukturverantwortlicher für das Rechenzentrum bei Rheinenergie über die ursprüngliche Verkabelungslösung.

Bis 2019 errichtete der Energiedienstleister insgesamt sechs Häuser mit je zwölf Systemschränken, zwei Side-

Cooler-Systemen für die energieeffiziente Rack-Kühlung, zwei Hausübergabepunkte (HÜP) sowie einem durchgehend dualen Stromverteilungsnetz (A- und B-Versorgung). Weitere drei Häuser sind derzeit in Planung. In den Neubauten hat die Rheinenergie Server- und Speichersysteme sowie zentrale Netz-Switches installiert. Die neu errichteten HÜP-Räume nutzt der Energiedienstleister, um Außenverbindungen zu terminieren und gleichzeitig die Rechenzentrumsfläche abzutrennen.

Große projektspezifische Herausforderungen

Von Anfang an war klar, dass sich die Installation der neuen passiven Verkabelungslösung besonders anspruchsvoll gestalten würde: Um den produktiven Betrieb der Rheinenergie sicherzustellen, bestand eine der zentralen Herausforderungen darin, den Umbau im laufenden IT-Betrieb durchzuführen, ohne diesen zu beeinträchtigen. Das Redesign hatte zudem in einzeln abgeschlossenen und zeitlich exakt geplanten Bauabschnitten bis hin zum Gesamtausbau zu erfolgen – bei einem sehr engen Zeitplan. Alle IKT-Systeme blieben während des Umbaus am Standort. „Für den Erfolg des Projektes war entscheidend, dass alle Projektteilnehmer den vorgegebenen Zeitplan einhalten“, sagt Projektleiter Oliver Scholl von der Rheinenergie. „Nur so konnten die Gewerke ihre Arbeiten zeitlich aufeinander abgestimmt ausführen.“

An die passive Kabelanlage stellte die Rheinenergie die Anforderung einer 1:1-Polarität, bei der die Faserdrehung nur an den Netz-Switchen erfolgt. Die Mindestanforderungen für die LWL-Verkabelung lagen bei 16 Gbit/s für Fiber Channel und 40 sowie 100 Gbit/s für Ethernet. Da die Netzkomponenten die störungsfreie Übertragung si-

herstellen mussten, legte die Projektausschreibung für die LWL-Messungen nach der Installation das OTDR-Verfahren (Optical Time Domain Reflectometry) im Zusammenhang mit dem Smart-Loop-Messverfahren fest. Die Messungen hatten nachweislich im Rahmen einer umfangreichen Messdokumentation zu erfolgen. Der Energiedienstleister hatte zudem spezielle technische Anforderungen an die zu installierenden Kabeltypen und Verkabelungskomponenten: Gewünscht waren LWL-Kabel mit einer überdurchschnittlich hohen Querdrukfestigkeit bei geringem Außendurchmesser. Spezielle und über die Norm gehende Anforderungen stellte die Rheinenergie auch für die Abnahmemessung: Hier war für jeden Steckverbinder und den gesamten Link ein sehr enges Dämpfungsbudget vorgegeben.

Um für künftige Anforderungen gerüstet zu sein, sollte sich die passive Verkabelung nachträglich erweitern lassen: „Zwei Aspekte waren uns dabei besonders wichtig: Die Erweiterungen sollten ohne wesentliche Änderungen

an der Gesamtanlage durchführbar sein und den produktiven IKT-Betrieb in keiner Weise beeinträchtigen oder gar unterbrechen“, erläutert Oliver Scholl. Selbstverständlich mussten alle Netzkomponenten die Installationsvorgaben, Vorschriften, DIN-Normen sowie Richtlinien erfüllen.

Qualität überzeugt

Bei der europaweiten Ausschreibung setzte sich die tde – Trans Data Elektronik GmbH im Gewerk passive Verkabelung durch. Sie überzeugte insbesondere durch die hohe Qualität ihrer Produkte bei einem guten Preis-Leistungs-Verhältnis. „Von der tde-Lösung erwarteten wir, dass sie auch in Zukunft die erforderliche Bandbreite liefern kann und erhofften uns eine hohe Packungsdichte in den zentralen Patch-Schränken“, sagt Dieter Schaefer, IT-Service-Ingenieur bei der Rheinenergie. Die tde stellte nicht nur die passiven Netzkomponenten bereit, verlegte und installierte sie, sondern zeichnete auch für die Installationsplanung verantwortlich. In

bewährter Weise setzte sie hierbei auf ihren langjährigen Partner Netsystems.

Um den hohen Anforderungen an die zu installierenden Kabeltypen gerecht zu werden, entwickelte tde zusammen mit Netsystems ein spezielles LWL-Kabel mit sehr hoher Querdrukfestigkeit bei geringem Außendurchmesser. Alle installierten Strecken wurden vor der Inbetriebnahme gemäß IEC-Vorschriften mit OTDR-Messungen geprüft und auch die mikroskopische Prüfung der LWL-Steckerendflächen vorgenommen.

Spine-Leaf-Architektur

Die neue Verkabelungslösung besteht einerseits aus zentralen aktiven Netzkomponenten der Rheinenergie, andererseits aus dezentralen passiven Netzkomponenten basierend auf dem Modular-Link-System tML von tde. Das patentierte modular aufgebaute Verkabelungssystem besteht aus den drei Kernkomponenten Modul, Trunk-Kabel und Modulträger. Die unter Laborbedingun-

Spine-Leaf-Architektur

Die EN 50600-2-4 erlaubt zwei Arten von Verkabelung im Rechenzentrum: Die Punkt-zu-Punkt- und die strukturierte Verkabelung gemäß EN 50173. Letztere basiert auf der konventionellen Router-Architektur mit den drei Ebenen Core-, Aggregation- und Access-Layer. Die Datenkommunikation erfolgt über externe Verbindungen in und aus dem Rechenzentrum. Bei diesem Nord-Süd-Traffic steigen vor allem an den Schnittstellen zum externen Netz und den Hauptverteilern (Nord) die Anforderungen an die Bandbreite für die aktive und passive Technik. Ein direkter Austausch auf der Ost-West-Ebene findet nicht statt – ein Problem, dass im Fall von Firmenrechenzentren schnell zu Engpässen auf der Aggregationsebene führt. Grund ist die Veränderung der Datenflüsse und damit verbunden eine Zunahme des Ost-West-Traffic, beispielsweise durch Virtualisierung.

Das Konzept der Spine-Leaf-Architektur wurde entwickelt, um die Ost-West-Kommunikation zu unterstützen. Hierbei verbinden vollvermaschte Kreuzverbindungen die Spine- (Aggregation-Layer) mit der Leaf-Ebene (Access-Layer) und verkürzen die Latenzzeiten erheblich. Allerdings muss bei einer Erweiterung des Netzes um neue Spine- oder Leaf-Switches jeder einzelne Leaf- oder Spine-Switch miteinander verbunden sein. Eine Begrenzung der Kapazität erfolgt durch die Anzahl der Spine-Ports.

Die Spine-Leaf-Architektur nutzt für das Multipath-Routing auf Layer 2 die Netzprotokolle Trill (Transparent Interconnection of Lots of Links) und das im IEEE-Standard 802.1aq spezifizierte SPB (Shortest Path Bridging): Beide erkennen die optimale Verbindung und können so vorhandene Ressourcen gleichmäßig und umfassend nutzen. Es entstehen auch keine Engpässe wie bei der klassischen dreischich-

tigen Router-Topologie. Zudem punktet die vermaschte Netztopologie mit hoher Ausfallsicherheit. Selbst der Ausfall eines kompletten Spine-Switch hat nur geringe Auswirkungen.

Im Vorteil der Spine-Leaf-Systematik liegt aber auch die entscheidende Herausforderung: Zum einen erhöht sich im Gegensatz zur rein hierarchischen Struktur die Anzahl der benötigten Switches auf Spine-Ebene. Zum anderen steigt die Zahl der notwendigen Verbindungen zwischen Leaf- und Spine-Ebene extrem – und damit das Verbindungschaos. Denn da sich die Mindestanzahl an Verbindungen aus der Anzahl der Spine- mal der Anzahl der Leaf-Switches ergibt, können sich schon schlanke Kreuzverbindungstopologien schnell zum komplexen und unübersichtlichen Durcheinander auswachsen. Ihm kann man mit einer paralleloptischen Übertragung begegnen, die dazu beiträgt, die Anzahl der physischen Verbindungen zu reduzieren, indem sie die Kanäle/Faserpaare parallel schaltet.

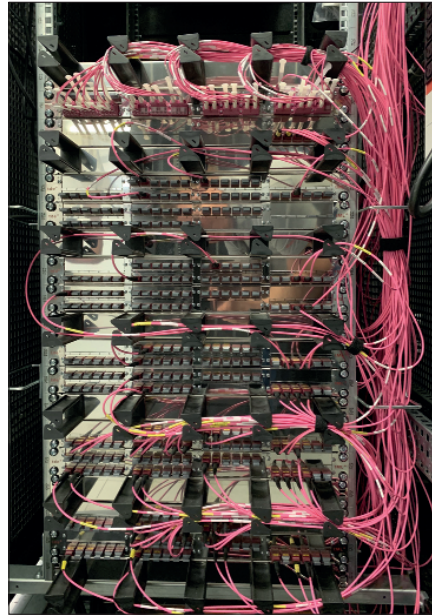
gen im tde-Werk vorkonfektionierten und getesteten Systemkomponenten ermöglichen die Plug-and-Play-Installation innerhalb kürzester Zeit vor Ort. Herz des Systems sind die rückseitigen MPO/MTP-Steckverbinder (MPO – Multipath Push-on), über die Netzadministratoren mindestens sechs oder zwölf Ports auf einmal verbinden können. LWL- und TP-Module lassen sich zusammen in einem Modulträger mit sehr hoher Portdichte gemischt einsetzen.

Während das tML die Basis für die strukturierte Verkabelung im Rückraum bietet, erzielt die Rheinenergie durch das Patchen mit LC-Duplex-Patchcords eine hochverfügbare und ausfallsichere Spine-Leaf-Architektur: Die vollvermaschte Netztopologie verbindet mittels Punkt-zu-Punkt-Verkabelung den Aggregation-Layer (Spine) mit dem Access-Layer (Leaf). Dadurch wird die stark frequentierte Ost-West-Kommunikation im Netz entlastet. Latenzzeiten lassen sich erheblich verkürzen (siehe auch den *Textkasten* auf Seite 33). Dank der neuen Infrastruktur profitiert die Rheinenergie von einer Ethernet-Übertragungsrate von bis zu 400 Gbit/s.

Die tML-Lösung überzeugte auch hinsichtlich ihrer Packungsdichte. Da sich Module jederzeit einfach und leicht tauschen lassen, hält sich der Energiedienstleister alle Optionen bei der Migration zu höheren Übertragungsraten offen. „Mit unserem tML können wir alle Migrationsstufen von 1G bis 400G und höher auf ein und derselben tML-Plattform realisieren. Dafür haben wir seit neuestem sogar einen 32-Faser-MPO zur Verfügung“, erläutert André Engel, Geschäftsführer der tde und fährt fort: „Mit steigenden Datenmengen lässt sich jede Faser weiter nutzen. Dank des modularen Aufbaus des tML ist die Rheinenergie für alle künftigen Anforderungen bestens gerüstet.“

Trotz Herausforderung im Zeitplan

Von Dezember 2016 bis Januar 2019 nahm tde in den Häusern eins bis sechs sowie den beiden HÜP die Installationsarbeiten vor. Dazu gehörten



Verteiler mit tML-TP- und tML-LWL-Modulen
(Foto: tde)

zunächst die Längenermittlung und Erstellung der Belegungsansichten in den Schränken. „Diese Maßnahmen sind gerade im Zusammenhang mit unserem Plug-and-Play-fähigen Verkabelungssystem tML entscheidend“, weiß André Engel, „denn sie ermöglichen die saubere Kabelführung ohne Überlängen und lassen den Vorteil der platzsparenden Verkabelung voll zur Geltung kommen.“ Anschließend wurden die Kabel zwischen Spine- und Leaf-Layer unter Redundanzgesichtspunkten verlegt, bevor die tML-Plug-and-Play-Lösung installiert, geprüft und gemessen werden konnte.

Dabei konnte die passive Verkabelung zunächst nur temporär errichtet werden: „Der Grund dafür war die bauliche Projektphase für einen zentralen und gleichzeitig redundanten Netzstandort (Spine)“, erinnert sich Dieter Schaefer. Deshalb musste die tde den geplanten Umbau an den neuen Standort inklusive der erforderlichen Messungen innerhalb eines bestimmten Zeitrahmens sicherstellen. „Die tde stellte die entsprechenden Kabellängen für den finalen Standort bereit und berücksichtigte dabei die noch zu errichtenden Kabeltrassen“, erzählt Dieter Schaefer.

Die Umbauarbeiten am neuen Standort wurden fristgemäß durchgeführt. Bevor die Rheinenergie die Lösung abnahm, fotografierte tde jeden Glas-

faser-Port einzeln und maß ihn anschließend nach sehr speziellen Vorgaben aus. Dabei schaltete der Energiedienstleister zusätzlich ein unabhängiges Prüflabor ein.

Enge Zusammenarbeit und regelmäßiger Austausch

Damit ein derart anspruchsvolles und komplexes Projekt erfolgreich gelingt, müssen Auftraggeber und Projektausführende besonders intensiv zusammenarbeiten und sich ständig austauschen. „Die Kooperation mit der tde verlief sehr gut – eine wichtige Voraussetzung, um den vorgegebenen Zeitplan erfolgreich durchführen zu können“, sagt Oliver Scholl. Die Beratung ging dabei weit über das Projekt hinaus. Neben Aspekten zur Kabel- und Modulbelegung informierte die tde auch zu Produktneuerungen. Zudem flossen in das Projekt Erfahrungen mit Komponenten anderer Hersteller und daraus resultierende Änderungen ein.

„Die tML-Verkabelungslösung hinterlässt einen qualitativ hohen Eindruck. Dass wir nun über ein hohes Sicherheitsniveau verfügen, zeigen nicht zuletzt die sehr guten Messergebnisse“, resümiert Dieter Schaefer. „Mit der tde-Lösung hat die Rheinenergie eine zukunftssichere Verkabelung auf hohem Qualitätsniveau. Durch die redundant ausgelegte Verkabelung können wir Hochverfügbarkeit gewährleisten. Und dank der Spine-Leaf-Architektur lassen sich die Latenzzeiten massiv verkürzen.“

Die RZ-Stellfläche bietet darüber hinaus noch Platz für drei weitere Häuser, die bei Bedarf errichtet und auch an Kunden vermietet werden können. „Gemeinsam mit der tde haben wir die passive Verkabelung bereits so ausgelegt, dass wir diese Ausbaustufen nutzen können“, so Dieter Schaefer. „Mit dem erfolgten, finalen Ausbau erfüllt die Rheinenergie die Qualitätsanforderung eines Tier-3+-Rechenzentrums“, erläutert Björn Friedrich, Abteilungsleiter Informationstechnologie bei der Rheinenergie AG. Damit sichert die Rheinenergie auch in Zukunft Hochverfügbarkeit und Hochgeschwindigkeit. (bk)