Juli 2012 Deutschland € 14,90 Österreich € 16,40 Schweiz SFR 29,80
www.TecChannel.de

TECCHANNEL COMPACT

IT Experts Inside

LAN ■ VLAN ■ WLAN

NETZWERK

Ratgeber

- Wann lohnt sich welches Gigabit-Ethernet
- Vorsicht bei der Migration auf IPv6

Virtualisierung

- Auswahlkriterien für VLAN-Switches
- LAN-Optimierung in vSphere & Hyper-V

Sicherheit

- Schwachstellen in LAN & WLAN finden
- Remote-Control sicher einsetzen

Fabric-Konzepte im Vergleich

TECCHANNEL SILBER-PAKET

PRINT MEETS WEB

DAS INTELLIGENTE KOMPLETTPAKET

Jetzt 17% sparen!

Im neuen Silber-Paket beziehen Sie 8 Ausgaben TecChannel Compact versandkostenfrei, profitieren zusätzlich durch exklusiven Premium Content im Web, wählen aus einer Vielzahl hochwertiger Prämien und sparen deutlich gegenüber den Einzelpaketen.

Gratis für Sie

Prämienbeispiel: Lithium-Ionen-Schrauber von Bosch

Weitere Informationen zum TecChannel Silber-Paket finden Sie unter

www.tecchannel.de/silber

TecChannel erscheint im Verlag IDG Business Media GmbH, Lyonel-Feininger-Str. 26, 80807 München, Registergericht München, HRB 99187, Geschäftsführer: York von Heimburg. Die Kundenbetreuung erfolgt durch den TecChannel Kundenservice, ZENIT Pressevertrieb GmbH, Postfach 810580, 70522 Stuttgart, Geschäftsführer: Joachim John, Tel.: 0180 5 72 7252-276 *, E-Mail: shop@tecchannel.de
(*aus dem dt. Festnetz nur 0,14 Euro pro Minute, Mobilfunkpreise max. 0,42 Euro pro Minute)

C-10-157

Inhalt

	Editorial	**3**
1	**Infrastruktur**	**8**
1.1	**Ratgeber: Wann lohnt sich welches Gigabit-Ethernet?**	**8**
1.1.1	Die passende Verkabelung für 10 GbE	8
1.1.2	Alternative: SFP+ mit Direct Attach	10
1.1.3	End-of-Row versus Top-of-Rack	11
1.1.4	Der nächste Evolutionsschritt: 40- und 100-Gigabit-Ethernet	12
1.1.5	Keine Änderungen am Netzwerkdesign	12
1.1.6	Mehr Lanes verwendet	13
1.1.7	QSFP+-Transceiver für 40 GbE	14
1.1.8	Kupfer für kurze Distanzen	15
1.1.9	Multi-Fibre Push-on als Alternative zu QSFP+	15
1.1.10	Warum die Zertifizierung einer Datenverkabelung wichtig ist	16
1.1.11	Fazit	17
1.2	**Vorsicht: Highspeed Ethernet HSE birgt neue Probleme**	**18**
1.2.1	Warum Highspeed Ethernet?	18
1.2.2	Versteckte Kosten	18
1.2.3	Migration im RZ beginnen	19
1.2.4	Herausforderung Infrastruktur	19
1.2.5	Switches gut planen	20
1.2.6	Vorsicht bei der Port-Dichte	20
1.2.7	Neue Protokolle	20
1.3	**Neuer WLAN-Standard 802.11ac kommt im Eiltempo**	**22**
1.3.1	Der Bedarf an mehr WLAN-Tempo ist da	23
1.3.2	Vorteile für mobile Nutzer	24
1.3.3	Kaum Handlungsbedarf für Unternehmen	25
1.4	**Migration auf IPv6**	**26**
1.4.1	Router: Was sich mit IPv6 ändert	26
1.4.2	Großzügige Adressplanung in IPv6-Netzen	27
1.4.3	Vorsicht bei der Fragmentierung	27
1.4.4	Adressauflösung: ICMP löst ARP ab	27
1.4.5	Neue Extension Header erschweren Filterregeln	28
1.4.6	Switches: Was sich mit IPv6 ändert	28
1.4.7	Betriebssysteme: Was sich mit IPv6 ändert	29
1.4.8	Fazit	30
1.5	**Vor- und Nachteile der Migration von IPv4 auf IPv6**	**31**
1.5.1	Jetzt auf IPv6 umsteigen?	32
1.5.2	Tipps für den einfachen IPv6-Umstieg	34
1.6	**IPv6 gefährdet Compliance im Unternehmen**	**35**
1.6.1	IPv6-Schattennetze	35
1.6.2	Probleme mit Compliance	35
1.6.3	IPv6 sichtbar machen	36

1.7	**Mit Fabric-Konzept zum schlanken Netzwerk**	**37**
1.7.1	Traditionelle Netze mit strukturierter Verkabelung	37
1.7.2	Die Fabric als großer Switch	38
1.7.3	Logische Switches statt physischer Ports	39
1.8	**Fabric-Architektur ersetzt herkömmliche Netzwerkstrukturen**	**41**
1.8.1	Flexibler und effizienter	42
1.8.2	Neue Netzwerkprotokolle in der Fabric	42
1.9	**Fabric-Konzepte: QFabric, Virtual Connect und Direct Attach**	**43**
1.9.1	QFabric von Juniper	43
1.9.2	Virtual Connect von HP	44
1.9.3	Direct Attach von Extreme Networks	45
1.10	**Ratgeber: Vernetzen mit Fibre-Channel-over-Ethernet**	**48**
1.10.1	Traditionelle SANs	48
1.10.2	SAN versus Ethernet	49
1.10.3	Entwicklung eines neuen Standards	49
1.10.4	Das Protokoll	50
1.10.5	iSCSI versus FCoE	50
1.10.6	Converged Network Adapter	50
1.10.7	Veränderungen an der Infrastruktur	51
1.10.8	Breite Unterstützung im Markt	51
1.10.9	Nutzen für den Anwender	52
1.11	**Was bringt Unified Communications?**	**53**
1.11.1	Die großen Lösungen für Unternehmen	53
1.11.2	Wo und wie lassen sich Kosten sparen?	54
1.11.3	Der Mehrwert für das Unternehmen	54
1.11.4	Die Lösungsvarianten	55
1.11.5	Verfügbarkeit wird transparent	56
1.11.6	Unnötige Transferzeiten schwinden	56
1.11.7	Die Klippen der UC-Lösungen I	57
1.11.8	Die Klippen der UC-Lösungen II	58
1.11.9	Die Klippen der UC-Lösungen III	60
1.11.10	Die Klippen der UC-Lösungen IV	61
1.11.11	Komfort, Komplexität und Kosten	62
2	**Virtualisierung**	**63**
2.1	**Netzwerke in kleinen Unternehmen virtualisieren**	**63**
2.1.1	Netzwerke virtualisieren	64
2.1.2	Switches mit tagged VLANs sind Pflicht	65
2.1.3	Statische und dynamische VLAN	65
2.1.4	Netzwerkkarte und Betriebssystem	66
2.2	**Workshop: Microsoft User Experience Virtualization einrichten**	**67**
2.2.1	U-EV vs. servergespeicherte Profile	67
2.2.2	U-EV einrichten – PowerShell und Skripte	68
2.2.3	Freigaben für U-EV konfigurieren	70
2.2.4	U-EV über Active Directory und Gruppenrichtlinien steuern	71
2.2.5	User Experience Virtualization Generator und U-EV-Vorlagen	72
2.2.6	Integrierte Funktionen von MDOP	73

2.3	**Workshop: Das Netzwerk einer VMware Private Cloud konfigurieren**	**74**
2.3.1	Organisationseinheit konfigurieren	74
2.3.2	Netzwerkkonfiguration eines virtual Data Centers	75
2.3.3	Erweiterte Netzwerkkonfiguration	76
2.4	**Private-Cloud-Netzwerk im Griff: Hyper-V richtig konfigurieren**	**78**
2.4.1	Netzwerkschnittstellen virtualisieren	78
2.4.2	Die Testumgebung für die Cloud	79
2.4.3	Resource-Pools als Basis für die Cloud	80
2.4.4	Das Netzwerk für die Cloud: der Netzwerk-Pool	81
2.4.5	Der MAC Address Pool	81
2.4.6	Shared Storage über das Netzwerk-Interface anbinden	83
2.4.7	Zugriff auf den Shared Storage	84
3	**Management**	**85**
3.1	**Windows-Praxis: Drucker im Netzwerk einrichten und freigeben**	**85**
3.1.1	Drucker installieren und freigeben	85
3.1.2	Per Gruppenrichtlinien den Zugriff auf freigegebene Drucker einrichten	86
3.1.3	Drucker per Gruppenrichtlinie verbinden	87
3.1.4	Verschiedene Druckertreiber für unterschiedliche Clients installieren	88
3.1.5	Drucker über WLAN anbinden	89
3.1.6	Druckjobs verwalten	90
3.1.7	Druckverwaltungskonsole – Zentrale für Druckserver	90
3.1.8	Drucken mit Smartphones – AirPrint und Co.	91
3.2	**Monitoring: NEXThink v4 im Test**	**93**
3.2.1	Vielfältige Fragestellungen	93
3.2.2	NEXThing-Komponenten: Server Engine	94
3.2.3	NEXThing-Collector sammelt Daten	95
3.2.4	Finder wertet aus	97
3.2.5	Finder-Unterstützung aus der Library	99
3.2.6	NEXThink-Portal	99
3.2.7	Datamining im Einsatz	100
3.2.8	Fazit	102
3.3	**Schnelle Webseiten durch Monitoring mit AlertFox und iMacros**	**103**
3.3.1	End-to-End-Überwachung	103
3.3.2	Der Funktionsumfang von AlertFox	104
3.3.3	iMacros automatisiert das Web-Monitoring	105
4	**Sicherheit**	**107**
4.1	**Advanced Evasion Techniques – Neue Herausforderung für Sicherheitssysteme im Netzwerk**	**107**
4.1.1	Die besonderen Gefahren von AETs	108
4.1.2	Neue Angriffsfelder	108
4.1.3	Schutzmöglichkeiten vor AETs	109
4.1.4	Normalisierungsprozesse sind notwendig	110
4.1.5	Für welche Zwecke werden AETs bislang eingesetzt?	111

4.2	**Ratgeber: Remote-Control-Lösungen sicher einsetzen**	**112**
4.2.1	Verschlüsselung ist das A & O	113
4.2.2	Konfiguration vor Manipulation schützen	113
4.2.3	Vorsicht bei der Protokollwahl	114
4.2.4	Session-Protokollierung schafft Revisionssicherheit	115
4.2.5	Fazit	115
4.3	**Workshop: Mit Kismet Schwachstellen im WLAN aufdecken**	**116**
4.3.1	Rechtliche Grundlagen	116
4.3.2	Kismet konfigurieren Teil 1	117
4.3.3	Kismet konfigurieren Teil 2	119
4.3.4	Filter konfigurieren und einstellen	122
4.3.5	Kismet als IDS-System verwenden	122
4.4	**Windows-7-Praxis: Daten schnell und einfach auf NAS sichern**	**123**
4.4.1	Windows-7-Datensicherung einrichten	123
4.4.2	Zu sichernde Daten und Zeitpunkt auswählen	124
4.4.3	Windows 7 – Datensicherung im Netzwerk verwalten	125
4.4.4	Datensicherung für Profis – Rechner ausschalten, Batch-Dateien ausführen	126
4.4.5	Aufgabe anpassen	127
4.4.6	Batch-Datei für die Sicherung	128
4.4.7	Rechner automatisch herunterfahren	128
5	**Produkte**	**130**
5.1	**Die beliebtesten Netzwerk-Switches**	**130**
5.2	**Die beliebtesten KVM-Switches**	**134**
5.3	**Die beliebtesten Remote-Control-Lösungen**	**140**
5.4	**Test: Das bringt USB 3.0 am WLAN-Router**	**144**
5.4.1	Ausstattung	144
5.4.2	Installation und Konfiguration	145
5.4.3	Praxistests	146
5.4.4	Fazit	148
5.5	**Empfehlenswerte Tools fürs Netzwerk**	**149**
5.5.1	Free IP Tools – Werkzeugsammlung für Netzwerke	149
5.5.2	inSSIDer 2 – kostenloser WLAN-Scanner	151
5.5.3	Microsoft Network Monitor – Netzwerke kostenlos analysieren und überwachen	153
5.5.4	NetSetMan – Netzwerkprofile einfach erstellen und verwalten	155
5.5.5	The Dude – Netzwerkgeräte inventarisieren	157
5.5.6	Total Network Monitor – Netzwerkausfällen vorbeugen	159
	Impressum	**162**

1 Infrastruktur

Dank Virtualisierung und Cloud ist Netzwerkbandbreite gefragt. Daher ist Ethernet mit 10 Gbit/s fast schon ein Muss. Doch mit 40-Gigabit-Ethernet und 100 Gbit/s stehen die Nachfolger bereits in den Startlöchern. Für mehr Flexibilität sorgen Netzwerk-Fabrics. Mit dynamischer Lastverteilung und Kommunikation auf mehreren Ebenen lösen sie die heute üblichen, strukturierten Architekturen ab.

1.1 Ratgeber: Wann lohnt sich welches Gigabit-Ethernet?

Der 10-Gigabit-Ethernet-Standard IEEE 802.3ae (IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers) wurde bereits 2002 verabschiedet. Mittlerweile hat er sich in vielen Data-Center-Backbone-Netzen als Standardtechnik etabliert. Das gilt jedoch nach Angaben der Netzwerkfirma Netgear nicht für kleinere und mittelständische Unternehmen. Viele Mittelständler stehen vor der Herausforderung, ihre Netzwerk-Infrastruktur zunächst einmal von 1-Gbit/s auf 10-Gigabit umzustellen, bevor sie die Migration zu 40-Gigabit-Ethernet (40 GbE) oder gar 100 GbE ins Auge fassen. Für eine solche Migration sprechen nach Erfahrungswerten von Intel, das mehrere Rechenzentren auf 10 GbE umstellt, folgende Gründe:

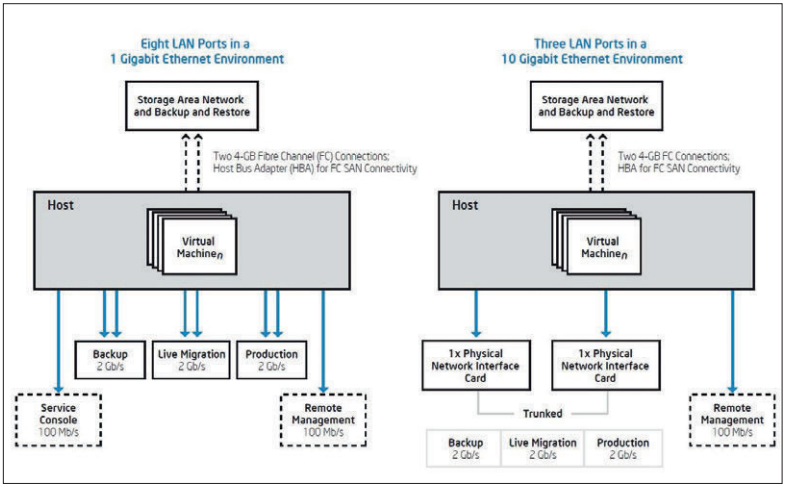
Reduzierung der Komplexität durch den Einsatz von Virtualisierung: Dies ermöglicht es, weniger physische Server und Switches einzusetzen und gleichzeitig die Zahl der Systeme (Virtual Machines) zu erhöhen. Dadurch steigt jedoch der Bedarf an Bandbreite, und zwar nicht nur seitens der – virtualisierten – Server, sondern auch der Switches und Storage-Systeme.

Niedrigere Kosten: Nach Erfahrungswerten von Intel lassen sich mithilfe einer 10-GbE-Fabric die Netzwerkkosten einer virtualisierten Umgebung um 18 bis 25 Prozent senken. Das ist auf die einfachere LAN- und Verkabelungsinfrastruktur zurückzuführen. Zudem benötigen virtualisierte Systeme weniger Platz und Kühlung.

Höherer Datendurchsatz: 10-Gigabit-Links bieten mehr Bandbreite bei reduzierten Latenzzeiten im Netz. Nach Schätzungen von Intel beträgt die Latenz bei 1-Gigabit-Ethernet bis zu 12 ms und bei 10 GbE zwischen 2 und 4 ms.

1.1.1 Die passende Verkabelung für 10 GbE

Bei der Wahl der Kabelinfrastruktur für 10-Gigabit-Ethernet hat der Anwender eine ganze Reihe von Alternativen. Sollen oder müssen innerhalb des Rechenzentrums oder an einem Unternehmensstandort größere Distanzen zwischen 300 Metern und mehreren Kilometern überbrückt werden, sind Multi- oder Single-Mode-Lichtwellenleiter angesagt.



Einsparungen: Durch die Migration 1-Gigabit-Ethernet zu 10 GbE lässt sich die Zahl der LAN-Ports reduzieren. Auch die Kabelinfrastruktur wird einfacher und bis zu 40 Prozent günstiger. (Quelle: Intel)

Unshielded-Twisted-Pair-Kabel der Kategorie 6 (10GBase-T) sind für die Kopplung von Racks über Entfernungen von maximal 50 Metern vorgesehen. Die Cat-6A-Variante, die im Jahr 2008 freigegeben wurde, unterstützt 100 Meter. Cat 7 Shielded Twisted Pair ist dank der Schirmung unempfindlicher gegen Störungen. Die Version 7a ist sogar bis 1000 MHz spezifiziert und kann Datenraten von mehr als 10 GBit/s „verkraften". Im Gegensatz zu Kabeln der Kategorie 5 und 6 sind bei Cat-7-Verkabelungen alle vier Adernpaare einzeln geschirmt. Die Reichweite einer Kabelverbindung auf Basis von Cat 7 beträgt 100 Meter.

Zudem existiert mit 10GBase-CX ein Standard für Kupferkabel mit vier Adernpaaren für Distanzen von 15 Metern. Allerdings hängt die Reichweite, ebenso wie bei Zweidrahtleitungen, stark von der Qualität des Kabels beziehungsweise vom Hersteller ab. Es ist laut Fluke Networks daher anzuraten, im Vorfeld Tests mit Kabeln und Steckverbindern unterschiedlicher Hersteller durchzuführen und die gesamte Kabelinstallation nach Abschluss der Montage durchmessen und zertifizieren zu lassen.

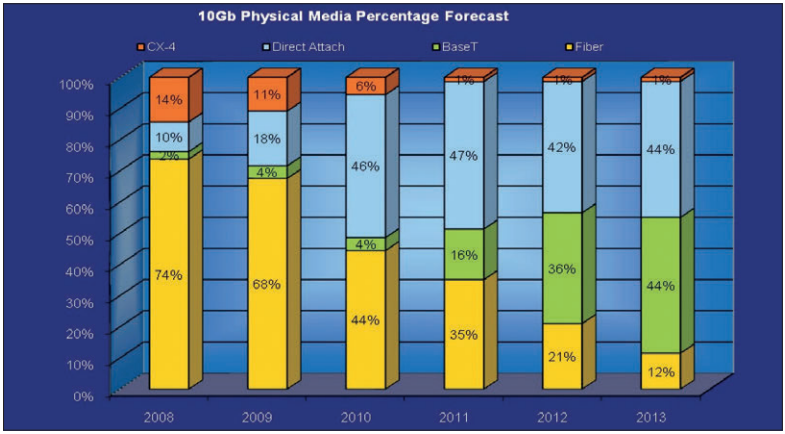
Bei Glasfaserkabeln für 10 GbE sind die gebräuchlichsten Versionen 10GBase-LX4-Multimode- oder -Singlemode-Glasfasern mit einer Wellenlänge von 1310 nm. Die Reichweite beträgt 300 Meter beziehungsweise 2 Kilometer. Die 10GBase-SR-Multimode-Glasfaser mit einer Wellenlänge von 850 Nanometern überbrückt bis zu 300 Meter. Für Backplane-Links sind 10GBase-KX4 und -KR vorgesehen, während die Versionen 10GBase-LR und ER mit 10 beziehungsweise 40 Kilometern Reichweite nicht für Rechenzentren in Betracht kommen, sondern zur Kopplung von Standorten oder für einen größeren Campus.

Übertragungstechnik	Kabeltyp		Max. Distanz
10GBASE-CX4	Kupfer, Twinax		15 m
10GBASE-T	Kupfer, Twisted-Pair	Cat. 5e	50 m
		Cat. 6a/7	100 m
10GBASE-LX4	LWL, 1310 nm	Multimode	300 m
		Singlemode	10 km
10GBASE-SR	LWL, 850 nm	Multimode OM1/OM2	33/82 m
		Multimode OM3	300 m
		Multimode OM4	550 m*
10GBASE-LR	LWL, 1310 nm	Singlemode	10 km
10GBASE-ER	LWL, 1550 nm	Singlemode	40 km
10GBASE-SW	LWL, 850 nm	Multimode OM1/OM2	33/82 m
		Multimode OM3	300 m
		Multimode OM4	550 m
10GBASE-LW	LWL, 1310 nm	Singlemode	10 km
10GBASE-EW	LWL, 1550 nm	Singlemode	40 km
* Die OM4 Lösung über 550 m ist nicht innerhalb der IEEE standardisiert.			

Vielfältig: Für 10-Gigabit-Ethernet steht eine Vielzahl von Kabeltypen und Steckverbindungen zur Verfügung. Damit lassen sich Verbindungen von bis zu 40 Kilometer Länge aufbauen. (Quelle: R&M)

1.1.2 Alternative: SFP+ mit Direct Attach

Bei den Anschlussarten bietet sich der Einsatz von Small Form Factor Pluggable + (SFP+) in Verbindung mit 10-Gbit/s-SFP+-Kupfer-Direct-Attach-Kabeln (DAC) an. Der Anwender kann damit Kupferkabel und Lichtwellenleiter nutzen, Stichwort höhere Flexibilität. Die Nachteil sind jedoch die kurze Reichweite von 7 Metern und der relativ hohe Preis, bedingt durch die optischen Komponenten.

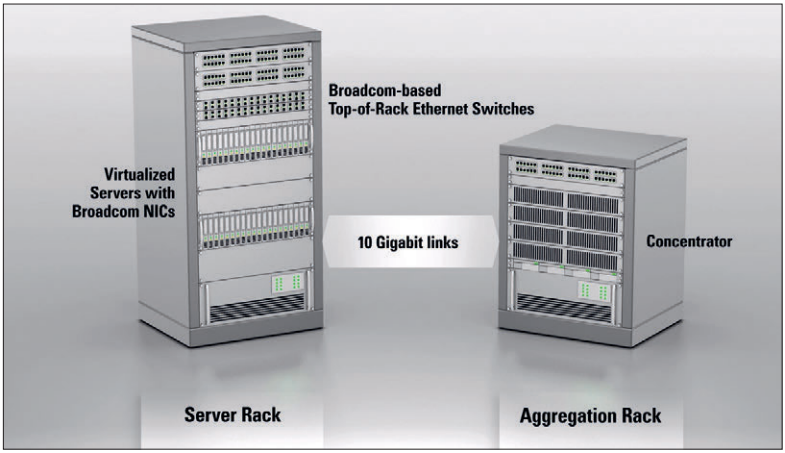


Hauptdarsteller: Laut Intel wird sich 10GBase-T bei 10-Gigabit-Ethernet – neben Direct Attach (DC) – zur dominierenden Kabel- und Verbindungstechnik entwickeln. (Quelle: Intel)

Dennoch erfreut sich DAC nach Daten von Intel unter den Anschlusstechniken für 10 GbE großer Beliebtheit. Allerdings wird sich 10GBase-T in den kommenden Jahren zur dominierenden Technik entwickeln. 10GBase-CX und Glasfaserverbindungen verlieren dagegen an Boden.

1.1.3 End-of-Row versus Top-of-Rack

In einem Rechenzentrum, im dem Virtualisierung eingesetzt wird, gibt es laut dem Netzwerkspezialisten Fluke grundsätzlich zwei Topologien, um Server und Netzwerkkomponenten anzubinden: „End of Row“ (EoR) und „Top of Rack“ (ToR). Nach Angaben der Experten hat die konventionelle Topologie mit einem 1-Gbit/s-Lin pro Sever den Nachteil, dass sie nur schwer im Nachhinein geändert werden kann. Bei einer EoR-Struktur sind Switch Fabric und physikalische Verbindungen voneinander getrennt. Die virtualisierten Server sind in diesem Fall über 1- oder 10-Gigabit-Links mit dem Switch verbunden, dieser wiederum über 10 GbE mit einem Aggregation Rack.

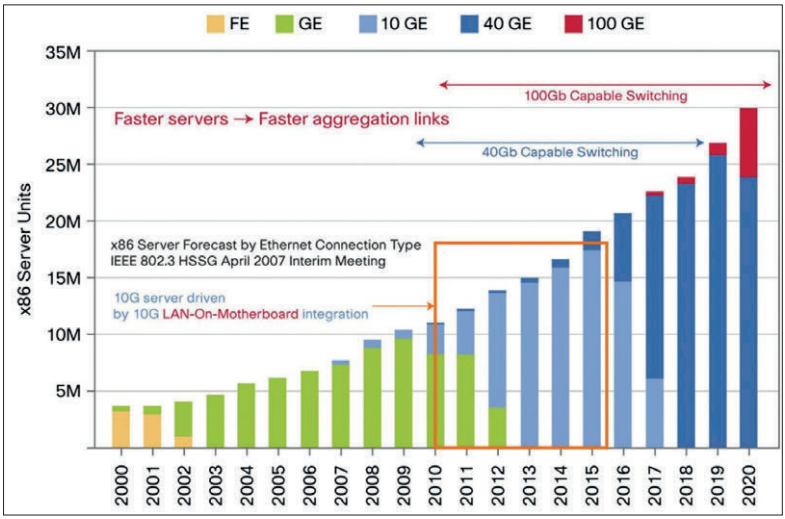


Gut zu wissen: Eine Alternative zu End-of-Row-Konfigurationen ist ein Top-of-Rack-Konzept. Dabei wird jedem Rack ein Switch zugeordnet. (Foto: Fluke)

Bei einer Top-of-Rack-Konfiguration wird ein Switch auf jedem Rack platziert. Dieser ToR-Switch verbindet alle Element im Rack und stellt über 10 GbE – oder künftig auch 40- oder 100 GbE – eine Verbindung zu einem Aggregation Rack her. Laut Fluke haben beide Ansätze spezielle Vorteile. ToR ist flexibler in Bezug auf Änderungen, modularer und benötigt eine weniger strukturierte Verkabelung. EoR kommt mit weniger Switches und Trunk-Connections aus, ist einfacher zu managen und erfordert weniger Änderungen an einer vorhandenen Infrastruktur.

1.1.4 Der nächste Evolutionsschritt: 40- und 100-Gigabit-Ethernet

Mit 40-Gigabit-Ethernet respektive IEEE 802.3ba steht seit 2010 der Nachfolger von 10 GbE bereit. Das IEEE ist bei 40 GbE davon abgekommen, Ethernet in Zehnerschritten weiterzuentwickeln, also von 1-Gbit/s über 10-Gbit/s zu 100 Gbit/s. Dies resultiert daraus, dass zunächst keine passenden Steckverbindungen für Datenraten von 100 Gbit/s zur Verfügung standen. Erste Switches für 40 GbE stehen seit der zweiten Jahreshälfte 2010 zur Verfügung.



Vorausschauend: Der Bedarf an 40 GbE und 100 GbE wird laut Cisco unter anderem durch den starken Anstieg der I/O-Datenraten im Access-Layer wachsen. Allerdings sind derzeit nur wenige Switches im Einsatz, die 40 GbE unterstützen. (Quelle: Cisco)

Nach Marktdaten von Cisco Systems sind derzeit noch relativ wenige 40 GbE-Switches im Einsatz. Ab 2017 werden dann solche Systeme 10-Gigabit-Switches übertrumpfen, und im Jahr 2018 sind 40-Gbit/s-Systeme Stand der Technik, während 10 GbE-Switches weitgehend von der Bildfläche verschwunden sein werden.

1.1.5 Keine Änderungen am Netzwerkdesign

Die gute Nachricht ist, dass Ethernet mit 40 Gbit/s keine Änderungen an den höheren Ebenen des Netzwerks erfordert, also an den Netzwerkprotokollen und Anwendungen. Das bedeutet beispielsweise, dass das Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) zur Kopplung von Switches und Routern oder das Open-Shortest-Path-

First-Protokoll (OSPF) zwischen Routern auch im Zusammenspiel mit 40- oder 100-Gigabit-Ethernet-Interfaces eingesetzt werden kann. Anwendungen, Server und Storage-Systeme profitieren vielmehr von den im Vergleich zu GbE- oder 10 GbE niedrigeren Latenzzeiten.

Übertragungstechnik	Kabeltyp	Signalführung	Max. Distanz
40GBASE-KR4	Leiterplatte (Bus)	4 x 10 Gb/s	1 m
40GBASE-CR4	Kupfer, Twinax	4 x 10 Gb/s	7 m
40GBASE-SR4	Multimode, OM3	4 x 10 Gb/s	100 m
	Multimode, OM4		150 m
40GBASE-LR4	Singlemode	4 x 10 Gb/s (CWDM)	10 km
100GBASE-CR10	Kupfer, Twinax	10 x 10 Gb/s	7 m
100GBASE-SR10	Multimode, OM3	10 x 10 Gb/s	100 m
	Multimode, OM4		150 m
100GBASE-LR4	Singlemode	4 x 25 Gb/s (DWDM)	10 km
100GBASE-ER4	Singlemode	4 x 25 Gb/s (DWDM)	40 km

Technische Details: die Spezifikationen und maximalen Distanzen für 40 GbE und 100 GbE (Quelle: R&M)

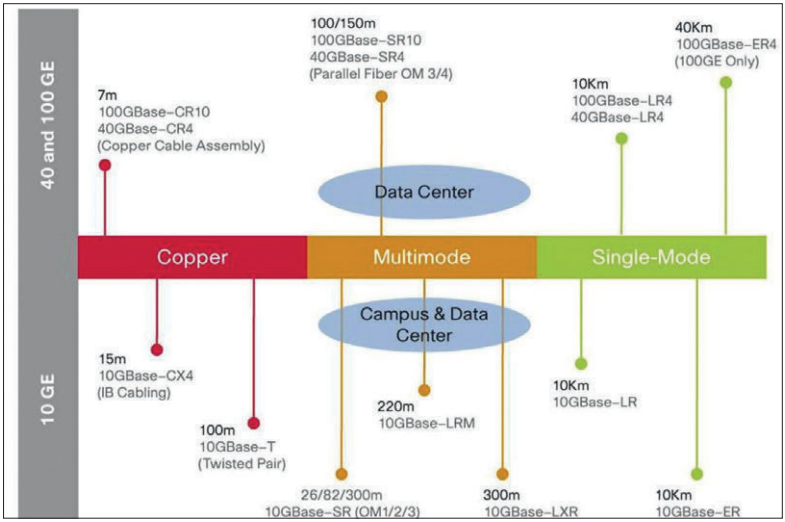
Anders sieht es jedoch auf der physikalischen Ebene aus. Sowohl 40 GbE als auch die Ethernet-Variante mit 100 Gbit/s erfordern nicht nur neue Switches und Router, sondern auch eine neue Verkabelung und die entsprechenden Schnittstellen (Steckverbindungen). Für den Nutzer bedeutet dies, dass er spätestens mit Einführung von 40 GbE und später 100 GbE die Netzwerkinfrastruktur erneuern muss.

1.1.6 Mehr Lanes verwendet

Ein Grund dafür ist, dass bei 40/100 GbE mehr optische Übertragungskanäle (Lanes) verwendet werden als bei 10 GbE. Bei der 40-Gigabit-Version sind es vier Kanäle mit jeweils 10 Gbit/s, bei 100 GbE analog dazu zehn Kanäle. Dagegen verwendet 10-Gigabit-Ethernet zwei Kanäle – einen für das Senden und einen für das Empfangen von Daten. Allerdings ist nicht ausgeschlossen, dass auch für 40- und 100-Gigabit-Ethernet künftig Single-Lane-Technologien entwickelt werden. Stand heute sind jedoch entsprechende Komponenten nicht verfügbar, und damit muss der Anwender eine neue Kupfer- oder Glasfaserverkabelung installieren.

Im Gegensatz zu 10 GbE mit seinen zwei Glasfasern verwendet 40 GbE zwölf „Fibres“: jeweils vier für das Senden und das Empfangen von Daten; vier weitere Lanes beziehungsweise Fasern zwischen beiden Gruppen bleiben ungenutzt. Bei 100 GbE müssen die Lichtwellenleitern 14 Glasfasern bereitstellen: zehn für jede Übertragungsrichtung, während zwei weitere Paare ungenutzt bleiben.

Sowohl 40 GbE als auch 100 GbE erfordern Lichtwellenleiter der Kategorien OM3 (100 Meter Reichweite) oder OM4 (125 Meter). Beide Typen sind laseroptimierte Kabeltypen, die bereits für 10-Gigabit-Ethernet empfohlen wurden und in solchen Netzen eingesetzt werden.



Verkabelung für 10, 40 & 100 GbE: In Rechenzentren, in denen 40 GbE oder später 100 GbE eingesetzt werden soll, sind Multimode-Lichtwellenleiter der Kategorien OM3 und OM4 erste Wahl. (Quelle: Cisco)

Bei der Planung der Verkabelungsinfrastruktur muss sich der Netzplaner heute entscheiden, ob er OM3- oder OM4-LWL einsetzt, die entweder „nur" für 40 Gbit/s oder auch für 100 GBit/s ausgelegt sind. Denn die entsprechenden LWL-Versionen weisen unterschiedliche Zahlen von Lanes auf. Im Zweifelsfall werden die Kosten der entscheidende Faktor sein. Wer Wert auf Zukunftssicherheit legt, wird jedoch eine Verkabelung bevorzugen, die bereits für 100 GbE ausgelegt ist.

1.1.7 QSFP+-Transceiver für 40 GbE

Als Transceiver kommt bei 40-Gigabit-Ethernet in der Regel ein QSFP+-Modell zum Zuge (Quad Small Form Factor Pluggable Plus). Es unterstützt sowohl Kupfer- als auch Glasfaserkabel. Die aktuellen Modelle sind derzeit allerdings nur für 40 GbE ausgelegt. Es sind jedoch Versionen in Vorbereitung, die auch eine 100-GbE-Verkabelung unterstützen.

Wer bereits jetzt auf 100-Gigabit-Ethernet setzen möchte, ist auf CFP-Transceiver (C Form Factor Pluggable) angewiesen. Sie lassen sich in Verbindung mit einer Single-Mode-Verkabelung mit 24 Fasern einsetzen, sind aber auch für Multimode-Glasfaser- und -Kupferkabel erhältlich. Als Alternative forcieren etliche Hersteller CXP-Transceiver. Sie benötigen 3 bis 5 Watt Strom, etwa ein Drittel so viel wie CFP-Modelle. Zudem sind CXP-Steckverbindungen nach Herstellerangaben bis um den Faktor 17 kostengünstiger, wenn die Montagearbeiten vor Ort beim Anwender mit einberechnet werden.

1.1.8 Kupfer für kurze Distanzen

Bei 40 GbE über Kupferkabel sind derzeit QSFP+-Steckverbinder die erste Wahl. Typische Top-of-Rack-Switches sind häufig mit 48 SFP+-Anschlüssen für 10-Gigabit-Ethernet-Verbindungen zu Servern ausgestattet. Hinzu kommen vier QSFP+-Ports für 40 Gbit/s für die Switch-zu-Switch-Verbindungen. Die Möglichkeit, zwischen 10 und 40 Gbit/s umzuschalten, und zwar zwischen Kupfer- und LWL-Kabeln, kann durchaus sinnvoll sein. Dies erleichtert die Migration von 10 GbE zu 40 GbE.

Aus diesem Grund sind zahlreiche Top-of-Rack-Switches mit QSFP+-Ports ausgerüstet, die sich auch als vier 10-Gigabit/s-Interfaces konfigurieren lassen. Das setzt allerdings voraus, dass ein spezielles Glasfaserkabel verwendet wird, das an der einen Seite mit einem QSFP+-Steckverbinder ausgestattet ist und auf der anderen mit vier SFP+-Schnittstellen. Der Anwender hat in diesem Fall die Option, auf 40 GbE umzustellen, wenn er dies für richtig hält. Bei den DAC-Kabeln zur Verbindung von Servern und Switches über kurze Entfernungen unterstützen die QSFP+-Versionen normalerweise Distanzen von maximal drei Metern. Das ist relativ wenig und dürfte in vielen Fällen nicht ausreichen. Dann bleibt nur der Griff zu Glasfaserkabeln.

1.1.9 Multi-Fibre Push-on als Alternative zu QSFP+

Als Alternative zu QSFP+ bietet sich die „Multi-Fibre-Push-on"-Technik (MPO) mit Mehrfaser-Steckverbindungen an. Nach Angaben des Verkabelungsspezialisten R&M gewinnt MPO in Rechenzentren an Boden – auch deshalb, weil die Kabel vorkonfektioniert angeliefert werden und daher schnell zu montieren sind. Schon mit wenigen Basiskomponenten wie vorkonfektionierten Kassetten, Racks und Trunk-Kabeln lässt sich nach Angaben des Herstellers eine Infrastruktur für 40- oder 100-Gigabit-Ethernet aufbauen.

Weitere Optionen: Einige Hersteller forcieren Multi-Fibre-Push-on-Steckverbindungen (MPO) mit parallelen optischen Verbindungen als Alternative zu QSFP+. (Quelle: R&M)

MPO-Steckverbinder haben den Vorteil, dass sich auf kleinem Raum 12 oder 24 LWL-Fasern kontaktieren können. Allerdings stellen die parallelen optischen Verbindungen erhöhte Anforderungen an die Planung, Administration und Produktevaluation. So müssen für jeden Link beziehungsweise Channel die Signal-