

Data Center

Das RZ-Netz der Zukunft

Teil 2: 25/50/100 GbE-Switching und die 100G-Transformation

von Dr. Franz-Joachim Kauffels

Nach den einführenden Überlegungen im Teil 1 kommen wir heute zunächst zur Technik. Hier ist 100 GbE und die sich daraus „natürlich“ ergebenden Datenraten 25 und 50 GbE für die nächsten Jahre das Maß aller Dinge in den meisten Rechenzentren, ob privat betrieben oder Hyperscaler. Die Technik ist schon deutlich anders als bei den 10/40 GbE-Vorgängern und man sollte sie verstehen, bevor man sie bewertet. Kern sind die 100G Switch-ASICs, die in den aktuellen Modellen führender Hersteller verbaut werden.

Eine andere Frage, die immer wieder auftaucht, ist, ob man sich nicht einfach Bare



Metal Switches mit diesen ASICs kaufen und sich somit von den etablierten Herstellern verabschieden kann. Am Beispiel von LinkedIn zeigen wir, dass das geht, aber damit auch ein Aufwand verbunden ist, den „normale“ Betreiber wohl eher weniger leisten wollen. Extrem spannend ist aber der generelle Netzaufbau des LinkedIn-RZs. Strukturell kann er durchaus auch auf deutlich kleinere Umgebungen übertragen werden und zeigt nach Ansicht des Autors, wie moderne RZs in Zukunft aussehen können.

weiter auf Seite 8

IT-Endgeräte

Internet of Things – die vierte industrielle Revolution Teil 4

von Dipl.-Inform. Petra Borowka-Gatzweiler

Dieser Teil der Serie "Internet of Things" beschreibt die aktuell abzusehende IoT Roadmap und aktuelle Trends im Internet of Things Markt.

5. Internet of Things: Roadmap und Trends

Während in der ersten Dekade dieses Jahrhunderts schnellere Logistik und Kos-

teneinsparungen in den Bereichen Überwachung, Sicherheit, Gesundheitswesen, Transport und Lebensmittelsicherheit Treiber für den IoT-Markt waren, wendet sich die zweite Dekade 2010 bis 2020 der globalen Lokalisierung von Menschen und Dingen über Geosignale, der remote Steuerung vernetzter Objekte über effiziente Elektronik sowie Software-Agenten in gro-

ßen zusammengeschlossenen Sensor-Netzen zu, wie die Übersicht in Abbildung 5.1 zeigt. Ein einzelnes solches Bot-Netz kann 50.000 und mehr Objekte umfassen.

weiter auf Seite 19

Geleit

Aktuelle Diskussionen im ComConsult Research Team: Netzwerk-Sicherheit und VXlan

auf Seite 2

Standpunkt

Ein Zertifikat für WLAN Clients?

auf Seite 18

Aktueller Kongress

ComConsult Netzwerk-Forum 2017

ab Seite 4

Aktuelle Sonderveranstaltung

Implementierung von IPv6 – Erkenntnisse und Erfahrungen

auf Seite 17

Geleit

Aktuelle Diskussionen im ComConsult Research Team: Netzwerk-Sicherheit und VXlan

Unsere in diesem Jahr recht intensiven Vorbereitungsarbeiten für das Netzwerk-Forum neigen sich dem Ende zu. Wie immer werden wir die Ergebnisse exklusiv auf der Veranstaltung vorstellen und mit den Teilnehmern diskutieren.

Aus den laufenden Diskussionen möchte ich nur zwei herausgreifen, die sich beide mit extrem wichtigen Themen befassen:

- Netzwerk-Sicherheit
- die Umsetzung von VXlan

Die aktuellen Diskussionen um Wahl-Fälschung in den USA und wie diese eventuell umgesetzt wurde - sofern sie denn stattgefunden hat - machen deutlich, dass wir weiterhin eine Verschiebung der Angriffe in Richtung auf das Endgerät bekommen. Hier ist der Einfallspunkt, über den die Angreifer agieren. Gleichzeitig machen Mikroservice-Architekturen Angriffe auf den Server immer unwahrscheinlicher. Der Angreifer würde ein enormes Wissen über die Architektur benötigen, die gleichzeitig eine dynamische ist, die sich permanent wandelt. Anders formuliert: selbst wenn ein Angreifer den Hypervisor übernehmen würde, ist es zweifelhaft, ob er mit der Information, die er dann hat, die Architektur der Applikation soweit versteht, dass sie ihm von Nutzen ist. Das ist einer der Gründe, warum wir eine deutliche Zunahme der Angriffe auf Endgeräte verzeichnen. Das Endgerät sieht Daten in Architektur-neutraler Form. Man muss die Architektur weder kennen noch verstehen und hat den Zugriff auf genau das, was spannend ist: die Daten des Unternehmens.

Mit der Konzentration auf das Endgerät als den Haupt-Risiko-Faktor müssen wir demzufolge mindestens zwei Fragen klären:

- wie können wir den Zugang eines Angreifers zum Endgerät besser kontrollieren? Immerhin haben wir eine zunehmende Zahl von mobilen Endgeräten, die sich statisch und vor allem außerhalb des Unternehmens deutlich schwerer absichern lassen. Speziell zu diesem Punkt haben wir einen Vortrag und eine Diskussion zum Forum aufgesetzt.
- wie können wir ein Endgerät, das übernommen wurde, in seinem Schadens-



Potenzial reduzieren? Hier kommen unsere schon seit langen diskutierten Zonen-Architekturen wieder ins Spiel. Wir müssen jemanden, der eingedrungen ist, in seinen Möglichkeiten einschränken bzw. durch seine Aktivitäten identifizieren.

Beide Fragen müssen wir, um ein Zukunfts-sicheres Fundament zu haben, mit der Herausforderung der Nutzung von Cloud-Applikationen kombinieren. Selbst wenn mobile Endgeräte lokal im Unternehmen sind, verlassen sie das Unternehmen, um auf eine Cloud-Anwendung in der Public-Cloud zuzugreifen. Wie können wir das besser kontrollieren? Und was machen wir, wenn das mobile Endgerät gerade im Hotel ist und von dort auf eine Cloud-Applikation zugreift? Dann ist keine einzige der im Unternehmen aufgebauten Zonen ein Teil der Kommunikation (je nach Art der Gestaltung).

Das sind Szenarien, die wir mit Ihnen diskutieren wollen.

Das Thema Netzwerk-Sicherheit ist momentan so aktuell, dass wir ihm den Vertiefungstag auf dem Forum gegeben haben. Hier gehen wir in die Details und diskutieren, welche aktuellen Möglichkeiten es im Moment gibt.

Das andere Thema, das ich an dieser Stelle ansprechen möchte, ist VXlan.

Der Einsatz von VXlan ist nach Jahren der Diskussion momentan ein sehr aktuelles

Thema auch in großen Projekten. Nachdem die Hardware der meisten Switches das Verfahren jetzt mit der aktuellen Chip-generation auch auf Commodity-Switches unterstützt, erlaubt das stark verbesserte Preis-Leistungsverhältnis den wirtschaftlichen Einsatz. Und die nutzbaren Varianten sind keineswegs auf reine VMware-Umgebungen beschränkt.

Warum ist das Thema so wichtig?

Im RZ haben wir mehrere führende Trends, die sich nicht voneinander trennen lassen:

- die weiterhin wachsende Zahl von Kernen in den CPUs gibt mehr Potenzial für noch mehr virtuelle Maschinen pro CPU bzw. pro Server (unbestätigtes Gerücht: 28 Kerne im neuen E5, das erzeugt auf einem 4-Sockel-System mehr als 100 Kerne)
- Mikroservice-Architekturen, also die Zerlegung großer monolithischer Software-Pakete in viele kleine mobile Service-Einheiten, erhöhen die Anzahl von VMs und verkleinern sie gleichzeitig. Im Ergebnis heißt das: ein neues Ökosystem von vielen miteinander kommunizierenden VMs und noch mehr VMs pro CPU. Wir erhalten damit extrem große Netzwerke innerhalb der Hypervisor
- Container-Technologien erhöhen die Portabilität weiterhin und erlauben eine Plattform-neutrale Gestaltung. Sie werden die Basis für viele Umsetzungen von Virtualität der Zukunft sein
- die Bedeutung der Private Cloud wird weiter zunehmen: die schnelle Bereitstellung neuer Kapazitäten und Lösungen wird nur auf dieser Basis umsetzbar sein
- die Public Cloud wird ebenfalls für alle Unternehmen unvermeidbar sein. Sie hat deutliche Vorteile im Bereich von Anwendungen für externe Nutzer. Ein Teil dieser Vorteile im Sinne der nutzbaren Dienste wird einfach lokal nicht existieren

Was bedeutet das für Netzwerke? Ganz einfach: hier entsteht ein massives virtuelles Ökosystem mit einer eigenen virtu-

Aktuelle Diskussionen im ComConsult Research Team: Netzwerk-Sicherheit und VXlan

ellen Netzwerk-Welt. Dieses Ökosystem ist extrem dynamisch und hat viele Kommunikationsbeziehungen zwischen seinen Instanzen. Die Instanzen werden sich auf Grund der modernen Software-Architekturen mehr als in der Vergangenheit auf verschiedene Server verteilen. Kommunikation in diesem Bereich ist in der Regel Layer-2-basiert.

Wir haben also die schon häufiger diskutierte Aufgabe der Verbindung dieser Layer-2-Domänen über unser Hardware Netzwerk. Dabei müssen wir immer mehr von einer Layer-3-Verbindung ausgehen, da Layer-2-Verbindungen nur in kleineren Umgebungen skalieren werden. Nach vielen verschiedenen Lösungsansätzen der letzten Jahre setzt ich das von VMware in den Markt gebrachte Tunnelverfahren VXlan durch. Das mag man mögen oder nicht (aus meiner Sicht ein klares oder nicht, ich bekenne mich weiterhin zu SPB), im Moment müssen wir es als den Stand der Dinge ansehen.

Damit steht fest: die Zukunft ist zumindest aus heutiger Sicht VXlan.

Also alles klar? Ganz im Gegenteil.

Wie immer liegt bei Netzwerk-Lösungen die Tücke im Detail. Und das gilt auch hier. Das ist auch nicht verwunderlich, noch nie in der Geschichte der Netzwerke war ein Tunnel-Verfahren ein einfach zu nutzendes Verfahren.

Aus diesem Grund müssen wir auf dem Forum mit Ihnen diskutieren:

- wo ist in Zukunft die Grenze zwischen Layer 2 und Layer 3? Geht die gesamte Layer-2-Gestaltung in den Hypervisor und reduziert sich unser Hardware-Netzwerk auf Layer 3 und BGP? VMware sieht das sicherlich als seine bevorzugte Lösung an, aber gilt das in jedem Fall und was machen die Kunden, die nicht ausschließlich VMware einsetzen?
- VXlan ist keine Lösung. Es ist eine Data-Plane, die ohne Control-Plane nicht eingesetzt werden kann. Und genau hier liegt eine der großen Tücken und hier liegen auch die aktuellsten Entwicklungen in den Projekten. Dr. Moayeri wird diesen Part in seinem Vortrag vertiefen. VMware hätte es natürlich gerne, dass die Kunden NSX als Control-Plane einsetzen. Aber das reicht nicht aus. Wie sieht also die Lösung aus? Natürlich haben wir auch VMware eingeladen, sich dieser Diskussion zu stellen.

- Wie sieht das Hardware-Netzwerk aus? Müssen Hardware-Switches VXlan unterstützen? Alle modernen Switches auf Basis Trident 2 oder neuer machen das. Aber was bedeutet das und wieso brauchen wir das überhaupt? Immerhin ist das Verfahren von Hause aus so ausgelegt, dass es in jedem Netzwerk laufen kann. Wären da nur nicht die Nachteile von Tunneln.
- VXlan-Routing: wieso das denn? Tatsächlich geht es in bestimmten Situationen nicht anders. Spätestens bei georedundanten RZ-Lösungen kann eine einfache VXlan-Lösung nicht ohne schwere Nachteile eingesetzt werden.
- Wer hat in Zukunft die Gestaltungs- und Betriebshoheit oder besser formuliert: wer sollte sie haben?

Wie sieht also eine offene VXlan-Lösung unter Vermeidung der Nachteile des Ver-

fahrens aus und wie kann das Ganze auch halbwegs effizient betrieben werden? Genau das ist der Inhalt unserer Analysen und Diskussionen auf dem Forum.

Es sind nur noch wenige Wochen bis zum Forum und Sie sehen, dass ich voll im Forums-Mode bin. Die umfangreichen Vorbereitungs-Arbeiten nähern sich dem Ende, viele der exklusiven Analysen zum Forum sind fast abgeschlossen und wir haben heftige Diskussionen in unserem Team.

Es wird ein spannendes Forum mit herausragenden Themen und ich würde mich freuen Sie dort begrüßen zu können und mit Ihnen zu diskutieren. Denn es gibt mehr als einen Standpunkt zu diesen komplexen Themen.

Ihr
Dr. Jürgen Suppan

Kongress

ComConsult Netzwerk Forum 2017 27.03. - 30.03.2017 in Köln

Das ComConsult Netzwerk-Forum 2017 stellt die vier momentan dominantesten Netzwerk-Themen in den Mittelpunkt der Veranstaltung: Anwendungs-Architekturen und Kommunikation im Rechenzentrum, Netzwerk-Design und Optimierung des Betriebs, WLAN-Design und die Herausforderungen neuer Standards, Netzwerk-Sicherheit in einem Cloud-Umfeld.

Am **ersten Tag** analysieren wir die Auswirkungen aktueller Anwendungs-Architekturen auf die schnelle Bereitstellung, die Gestaltung und die Leistung von Netzwerken. Anwendungs-Architekturen werden immer dynamischer und in Kombination mit der Forderung nach einer sehr schnellen Bereitstellung von Kapazitäten ergibt sich eine komplexe Orchestrierungs-Aufgabe. Die Dynamik ergibt sich dabei nicht nur beim Start einer Mikroservice-Architektur, sondern auch bei Lastveränderungen im laufenden Betrieb.

Am **zweiten Tag** stellen wir uns den aktuellen Veränderungen im Netzwerkdesign in Kombination mit der Frage, wie wir in einer immer komplexeren Situation zu einem optimalen Betrieb kommen können.

Am **dritten Tag** diskutieren wir die neuesten WLAN-Standards und zum Abschluss des Tages die Frage, wie eine umfassende Sicherheits-Lösung unter Berücksichtigung der Cloud aussehen kann.

Der **vierte Tag** des ComConsult Netzwerk Forums widmet sich traditionell einem Schwerpunktthema, welches wir gemeinsam mit Ihnen intensiv beleuchten möchten. In diesem Jahr steht das Thema „Netzwerksicherheit: Bedrohungen, Herausforderungen, Trends und Best Practice“ im Fokus.

Preise: € 2.790,- netto - 4-tägige Veranstaltung mit Thementag
€ 2.390,- netto - 3-tägige Veranstaltung ohne Thementag



Buchen Sie über unsere Web-Seite

www.comconsult-akademie.de

Aktueller Kongress

ComConsult Netzwerk Forum 2017

27.03. - 30.03.17 in Köln

Die ComConsult Akademie veranstaltet vom 27.03. bis 30.03.2017 ihren Kongress "ComConsult Netzwerk Forum 2017" in Köln.

Die Architektur und die Nutzung von Netzwerken befindet sich weiterhin in einem Umbruch. Das wirft einige typische und gleichzeitig sehr kontroverse Fragen auf:

- Die Zukunft der Switch-Hardware: gibt es überhaupt noch Unterschiede, welche Strategien verfolgen die Hersteller, nachdem der Kampf um die Bandbreiten - fast - vorbei ist?
- Der Einfluss von NSX/VXlan auf die Netzwerke: die Rolle des Hypervisors in zukünftigen Netzen, was gehört wohin?
- Private Clouds werden kommen, aber wie sieht das Netzwerk dafür aus und was muss es können?
- Campus Design: Schnee von gestern oder mehr aktuell denn je?
- Wireless: WLAN unter Druck, wie sieht die Zukunft aus?
- Sicherheit aus der Cloud: ist das die Zukunft oder wie sieht eine bessere lokale Lösung aus?

Diese Fragen stellen praktisch das Design von Netzwerken wie wir sie kennen in Frage. Ein gutes Beispiel ist die Nutzung von Spine-Leaf-Architekturen als Layer 3-Lösung im Rechenzentrum mit einer Verlagerung des gesamten Layer 2-Bereichs in den Hypervisor (als eine mögliche Variante). Die sich sofort daraus ergebende Frage ist, welche Hilfsmittel wir brauchen um ein Netzwerk noch als Ganzes planen und betreiben zu können.

Gleichzeitig ist der Wettkampf der Bandbreiten - fast - vorbei. Mit 25/50 und 100 Giga-bit findet in Kürze das Wettrennen um die

schnellste Bandbreite sein vorläufiges Ende. Was bedeutet das für die eingesetzte Hardware, wird es überhaupt noch Unterschiede geben? Wie können die Hersteller darauf reagieren, um zu überleben? Wir haben Cisco speziell eingeladen ihre Vision von der Zukunft ihrer Switch-Hardware vorzustellen. Aber auch andere wesentliche Hersteller sind vertreten und werden an der Diskussion teilnehmen.

Das führt sofort zu weiteren Fragen:

- wie kommen wir zu einem schlüssigen Gesamtkonzept aus physikalischem Netzwerk und Virtualisierung?
- wie sieht die Rollenverteilung zwischen Hardware und Software in Zukunft aus?
- welchen Stellenwert wird die schnelle Bereitstellung von virtuellen Netzwerken bekommen?
- wie weit sind Netzwerke in einzelne austauschbare Komponenten zerlegbar, gibt es einen Trend zu Netzwerken als Gesamt-Architektur?
- wir brauchen mehr Intelligenz in Netzwerken, aber wo soll die herkommen? Was ist aus SDN geworden und wie reagieren die Hersteller auf den Bedarf ein Netzwerk als Service-Maschine zu betrachten?

Alle diese Fragen sind die Basis des Netzwerk-Forums 2017. Um darauf im Detail antworten zu können haben wir folgende Struktur gewählt:

- Tag 1 befasst sich mit den Anforderungen und dem zukünftigen Bedarf. Wir gehen speziell auf die Themen Private Cloud, NSX/VXlan, SDDC, von den Hardware Komponenten zum Gesamtkonzept ein. Wir freuen uns speziell über die Bereitschaft eines Anwenders seine Erfahrungen in diesem Bereich zu präsentieren.

• Tag 2 analysiert die aktuellen Veränderungen im Netzwerk-Design, auch unter Berücksichtigung der neuen Anforderungen. Wir stellen speziell die Frage, wo das Campus-Design steht und welche Rolle Software Defined in Zukunft im Netzwerk spielen wird.

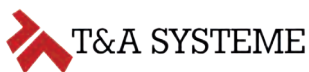
- Tag 3 ist unser Wireless und Security Tag. In beiden Bereichen sehen wir große Veränderungen kommen. Das WLAN wie wir es kennen kommt unter Druck. Wie weit kann es überleben und wofür setzen wir es in Zukunft ein? Dies wird beendet mit einer Analyse des Stands der Technik im Bereich Sicherheit. Hier sehen wir eine zunehmende Bedrohung alter Konzepte durch Sicherheit aus der Cloud. Wie funktioniert das und was stellen wir dem lokal als Antwort gegenüber?

Wie immer wird unser Netzwerk Forum 2017 um einen speziellen Vertiefungstag ergänzt, der aufgrund seiner hohen Bedeutung auch separat gebucht werden kann. Hier gehen wir in diesem Jahr detailliert auf Netzwerksicherheit ein. Wir glauben, dass dies immer mehr zu einem zentralen Baustein der Netzwerk-Gestaltung wird. Und es wird ein untrennbarer Teil eines Gesamtdesigns. Dies wirft viele kritische Fragen auf, die wir diskutieren und beantworten.

Dies ist unsere Top-Netzwerk Veranstaltung des Jahres 2017. Wie immer trifft sich hier die Branche, um aktuelle und kontroverse Entwicklungen zu analysieren und zu diskutieren.

Sichern Sie sich rechtzeitig einen Platz auf dieser einmaligen Veranstaltung.

Folgende Firmen nehmen an der Ausstellung teil



Programmübersicht ComConsult Netzwerk Forum 2017

Montag 27.03.17		Dienstag, 28.03.17	
Anwendungs-Architekturen und Kommunikation im RZ		Netzwerk-Design und Optimierung des Betriebs	
<p>9:30 Uhr 60 Minuten</p> <p>Netzwerke zukunftssicher positionieren: welche Anforderungen generiert die IT der Zukunft? Ergebnisse einer Analyse von ComConsult Research</p> <p style="text-align: right;"><i>Dr. Jürgen Suppan, ComConsult Reserarch GmbH</i></p>	<p>10:30 Uhr 60 Minuten</p> <p>Underlay / Overlay-Design für RZ-Netze</p> <ul style="list-style-type: none"> • Underlay Design • VXLAN als De-facto-Standard für Overlay Data Plane • Overlay Control Plane: Varianten • BGP als De-facto-Standard für Overlay Control Plane • Teufel im Detail: redundante Anbindung von Servern <p style="text-align: right;"><i>Dr. Behrooz Moayeri, ComConsult Beratung und Planung GmbH</i></p>	<p>9:00 Uhr 60 Minuten</p> <p>Modernes Campus Design</p> <ul style="list-style-type: none"> • Warum Verfahren wie STP, RSTP und LACP unzureichend sind (Neue Anwendungen in bekannten Protokollen, warum Echtzeit zunehmend unsere Netze dominiert) • Vorteile moderner Designs mit TRILL, SPB und MC-LAG (Funktionsweise der Verfahren, Standardisierung) • Warum QoS auch im LAN zu einem Thema wird (Designaspekte bei der QoS Umsetzung) • Was spricht für ein Design das IP bis in den Accessbereich nutzt? <p style="text-align: right;"><i>Markus Geller, ComConsult Research GmbH</i></p>	<p>10:00 Uhr 60 Minuten</p> <p>Software-Defined WAN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Active/Active-Nutzung des privaten WAN und des Internet • Nutzung physischer und virtueller CPE-Komponenten • Zero-Touch Provisioning • Erfahrungen aus Ausschreibungen <p style="text-align: right;"><i>Dr. Behrooz Moayeri, ComConsult Beratung und Planung GmbH</i></p>
11:30 Uhr Kaffeepause		11:00 Uhr Kaffeepause	
<p>12:00 Uhr 45 Minuten</p> <p>Das Software-Defined Data Center - Der Paradigmenwechsel in der IT</p> <ul style="list-style-type: none"> • Was bedeutet „Software-Defined“? • NFV statt OpenFlow: Die Virtualisierung des Netzwerks • Virtualisierung von Sicherheitsfunktionen • Unterstützung von Anwendungen: Die Anwendung definiert ihre Umgebung • Integration von Cloud- und Fog-Computing • SDDC = Private Cloud? • Wie ändern sich Berufsbilder? <p style="text-align: right;"><i>Dipl.-Math. Cornelius Höchel-Winter, ComConsult Reserarch GmbH</i></p>	<p>11:30 Uhr 60 Minuten</p> <p>Software Defined - wie entwickelt sich die Technologie in den nächsten Jahren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Netzwerk Automatisierung und Orchestrierung, wo stehen wir heute • Automatisierung ohne SDN, Comeback der Fabrics • Künstliche Intelligenz und Netze – das Comeback von „SDN“? • Intent based Networking: Der Weg von Analytics und ITOA zur Automatischen Netzsteuerung • Big Data hält Einzug in die Netzsteuerung: Machine Learning als Control Plane des Netzes <p style="text-align: right;"><i>Dipl.-Ing. Markus Nispel, Extreme Networks GmbH</i></p>		
12:45 Uhr Mittagspause		12:30 Uhr Mittagspause	
<p>14:15 Uhr 45 Minuten</p> <p>Sind echte Router und Switches nicht mehr gut genug? Brauchen Netzwerker die Virtualisierung wirklich?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Software Defined Everything: das Ende der Netzwerk-Abteilung? • Server-, Speicher-, Firewall- und Netzwerk-Virtualisierung und ihre Integration: was bedeutet das eigentlich? <p style="text-align: right;"><i>Gerd Pflüger, VMware Global Inc.</i></p>	<p>14:00 Uhr 45 Minuten</p> <p>Ethernet und Photonics: neue Entwicklungen für das RZ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Neue Anforderungen durch Cloud-Dynamik und exponentielle Technologien • 25,50,100, 200 und 400 GbEthernet und mögliche Alternativen • Gibt es überhaupt noch Unterschiede in der Switch-Hardware? • Silicon Photonics: Durchbruch nach schwierigerem Start • Konsequenzen für Betreiber privater RZ-Infrastrukturen <p style="text-align: right;"><i>Dr. Franz-Joachim Kauffels, Technologie- und Industrie-Analyst</i></p>		
<p>15:00 Uhr 45 Minuten</p> <p>Private Cloud für die Berliner Verwaltung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unser Weg zur Cloud - Anforderungen, Ausschreibung, 1. Aufbau • Von der Blackbox zum integrierten Betrieb – technische und organisatorische Herausforderungen <p style="text-align: right;"><i>Axel Freiberg, Frank Dornheim, IT-Dienstleistungszentrum Berlin</i></p>	<p>14:45 Uhr 45 Minuten</p> <p>Die Zukunft der Hardware</p> <p style="text-align: right;"><i>Markus Harbeck, Cisco Systems GmbH</i></p>		
15:45 Uhr Kaffeepause		15:30 Uhr Kaffeepause	
<p>16:15 Uhr 45 Minuten</p> <p>Analytics im Netzwerk</p> <ul style="list-style-type: none"> • Welche Daten können erfasst werden? • Was kann damit erreicht werden? <p style="text-align: right;"><i>Markus Harbeck, Cisco Systems GmbH</i></p>	<p>16:00 Uhr 45 Minuten</p> <p>IPv6: Projekterfahrung nutzen!</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erfahrungen aus Kundenprojekten und der Stand von IPv6 • Klare Tendenzen und Treiber für IPv6 beim Kunden • Ein klassisches Beispiel für die IPv6-Einführung im Mittelstand: ComConsult Beratung und Planung • Erfahrungen Nutzen und Herausforderungen der Zukunft erkennen <p style="text-align: right;"><i>Dr. Johannes Dams, ComConsult Beratung und Planung GmbH</i></p>		
<p>17:00 Uhr 45 Minuten</p> <p>Netzwerk-Gestaltung in und mit der Cloud</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wie werden Netzwerke in und mit der Cloud gestaltet? • Welche Alternativen gibt es? • Gibt es Funktions-Nachteile? • Projektbericht: was haben wir gelernt? <p style="text-align: right;"><i>Markus Schaub, ComConsult Study.tv</i></p>			
ab 18:00 Uhr Happy Hour			

Programmübersicht ComConsult Netzwerk Forum 2017

Mittwoch 29.03.17 WLAN und Security		Donnerstag 30.03.17 - Netzwerksicherheit: Bedrohungen, Herausforderungen, Trends und Best Practice	
9:00 Uhr 60 Minuten	5G: Infrastruktur der Disruptiven Digitalisierung <ul style="list-style-type: none"> Anforderungen durch Disruption, IoT und neue Arbeitsmodelle • Grundlegende Technologien Ergebnisse der ersten größeren Testumgebungen Von LTE zu 5G: Weg der Standardisierung <p style="text-align: right;"><i>Dr. Franz-Joachim Kauffels, Technologie- und Industrie-Analyst</i></p>	9:00 Uhr 90 Minuten	Abwehr zielgerichteter Angriffe <ul style="list-style-type: none"> Angriffsmethoden und Werkzeugkasten Notwendigkeit system- und anwendungsübergreifender Strategien Erkennung von Symptomen Sandboxing Protokollierung, 2nd Generation SIEM und Big Data Bedeutung eines Information Security System für die Abwehr zielgerichteter Angriffe Systematisches Schwachstellenmanagement, Behandlung von Sicherheitsvorfällen Vulnerability Scanning: Techniken und Werkzeuge Sensibilisierung der Nutzer und Administratoren Demonstration
10:00 Uhr 60 Minuten	Enterprise WLANs - ein Sammelbecken aus Zukunft und Altlasten <ul style="list-style-type: none"> Erfahrungsbericht: Anforderungen und Fallstricke aus der Praxis In welche Richtung entwickelt sich WLAN weiter? Stand der Dinge bei 802.11ax und 11ay Der Dual-Band AP – eigentlich ein Auslaufmodell! Sind Gäste-WLANs noch zeitgemäß? Wie sehen zukunftsfrüchtige WLAN-Konzepte aus? <p style="text-align: right;"><i>Dr. Joachim Wetzlar, ComConsult Beratung und Planung GmbH</i></p>	10:30 Uhr Kaffeepause	
11:00 Uhr Kaffeepause		11:00 Uhr 90 Minuten	NAC in der Praxis <ul style="list-style-type: none"> Warum IEEE 802.1X immer noch ein Alptraum sein kann • Best Practice NAC: Wie NAC erfolgreich umgesetzt und betrieben werden kann Der Teufel steckt im Detail: Wo sich die Hersteller unterscheiden Projektbeispiele Typische Fehler in der Praxis Evolution von NAC: Von Advanced Monitoring über Profiling bis hin zur Abwehr zielgerichteter Angriffe
11:30 Uhr 60 Minuten	Neue Architektur zum Betrieb moderner WLANs <ul style="list-style-type: none"> Betrieb mit komplett virtualisierte Controllern möglich • Hochverfügbarkeit, Hitless Failover bei Controller Ausfall • Zentrale Steuerung der RF Umgebung für besten Datendurchsatz Multi-Tenant-Betrieb, Einsatz in Umgebungen mit verschiedenen Unternehmen oder Sicherheitsstufen • Überwachung in Echtzeit: welche Information gibt es, wie kann sie an andere Systeme weitergegeben werden <p style="text-align: right;"><i>Reinhard Lichte, Aruba - a Hewlett Packard Enterprise Company</i></p>	12:30 Uhr Mittagspause	
12:30 Uhr Mittagspause		12:30 Uhr Mittagspause	
14:00 Uhr 45 Minuten	Sicherheit aus der Cloud: Vorteile und Herausforderungen <ul style="list-style-type: none"> Netzwerke im Wandel: Hin zur Local Breakout Strategie durch Cloud Applikationen wie Office365 Vorteile eines einheitlichen Security Standards für alle Standorte und mobilen Benutzer Kosteneinsparungen durch die Nutzung einer Cloud Security Plattform mit geringerem Aufwand Zentrale Verwaltung mit einheitlichem Logging und Reporting über alle Benutzer weltweit Vertrauen in eine Cloud Security Lösung - Datenschutz und Hochverfügbarkeit <p style="text-align: right;"><i>Florian Hartmann, Zscaler Germany GmbH</i></p>	13:30 Uhr 120 Minuten	Zonenkonzepte als Standardinstrument zur Absicherung der IT <ul style="list-style-type: none"> Warum Zonenkonzepte zu einem Standardinstrument geworden sind Best Practice für den Aufbau von Zonen Zonen im Campusbereich und NAC Zonen im Rechenzentrum, zwischen Rechenzentren und über WAN Zonen in der Cloud, zwischen Private Cloud und Provider Cloud Zonen in der virtualisierten Welt: Wie sehen Zonenkonzepte für Network Overlays aus? Virtualisierte Firewalls • Hypervisor-Integration von Firewalls • Welche Zonen braucht man? Staging-Umgebungen: Trennung von Entwicklung/Test und produktiver Umgebung Zonenkonzepte in der Industrial IT Prozesse für den Betrieb einer Zonenarchitektur Notwendigkeit der Trennung von Managementverkehr und produktivem / funktionalen Verkehr Sichere Administration und Überwachung braucht ein eigenes Zonenkonzept Management von Systemen über Management-Ports, Lights-out Management oder über produktive Interfaces Entkopplung administrativer Zugriffe durch Sprungserver, Terminal Server, virtuelle Admin-Clients • Protokollierung administrativer Zugriffe Storage und Datensicherung Projektbeispiele <p style="text-align: right;"><i>Dr. Simon Hoff, Dipl.-Math. Simon Oberem, Dipl.-Inform. Daniel Prinzen, Sebastian Wefers, ComConsult Beratung und Planung GmbH</i></p>
14:45 Uhr 45 Minuten	Informationssicherheit in und aus der Cloud <ul style="list-style-type: none"> Herausforderung sicheres Cloud Computing in Public Cloud, (virtual) Private Cloud und Hybrid Cloud Integration Private Cloud und Provider Cloud Standardisierte und zertifizierte Cloud-Sicherheit Virtuelle Sicherheits-Gateways und virtuelle Internet DMZ in der Cloud: Mehr als ein Trend! Management von WLAN und LAN-Komponenten aus der Cloud • Rolle der Cloud bei der Abwehr von Distributed Denial of Service (DDoS) Data Loss Prevention in der Cloud Abwehr zielgerichteter Angriffe durch Cloud-Dienste <p style="text-align: right;"><i>Dr. Simon Hoff, ComConsult Beratung und Planung GmbH</i></p>	15:30 Uhr Kaffeepause	
15:30 Uhr Kaffeepause		16:00 Uhr 45 Minuten	Bessere Netzanbindung, bessere Funktechnik - wozu das alles? <ul style="list-style-type: none"> Mobilität am Arbeitsplatz 2021 Netzanbindung mobiler Endgeräte Sichere Kommunikation für mobile Clients <p style="text-align: right;"><i>Dipl.-Ing. Dominik Zöller, ComConsult Beratung und Planung GmbH</i></p>
16:45 Uhr Ende der 3-tägigen Veranstaltung		16:45 Uhr Ende der 4-tägigen Veranstaltung	

ComConsult Netzwerk Forum 2017

Referenten



Durch das ComConsult Netzwerk Forum 2017 führt Sie Dr. Jürgen Suppan.

Dr. Jürgen Suppan gilt als einer der führenden Berater für Kommunikationstechnik und verteilte Architekturen. Unter seiner Leitung wurden in den letzten 25 Jahren diverse Projekte aller Größenordnungen erfolgreich umgesetzt. Sein Arbeitsschwerpunkt ist die Analyse neuer Technologien und deren Nutzen für Unternehmen.



Dr. Johannes Dams



Frank Dornheim



Axel Freiberg



Markus Geller



Markus Harbeck



Florian Hartmann



Cornelius Höchel-Winter



Dr. Simon Hoff



Dr. Franz-Joachim Kauffels



Reinhard Lichte



Dr. Behrooz Moayeri



Markus Nispel



Simon Oberem



Gerd Pflüger



Daniel Prinzen



Markus Schaub



Sebastian Wefers



Dr. Joachim Wetzlar



Dominik Zöller


Anmeldung an kundenservice@comconsult-research.de

ComConsult Netzwerk Forum 2017

Ich buche den Kongress
ComConsult Netzwerk Forum 2017
27.03. – 30.03.17 in Köln

zum Preis von € 2.790,-- netto (4 Tage)
zum Preis von € 2.390,-- netto (3 Tage)

Bitte buchen Sie mir ein Hotelzimmer

 Buchen Sie über unsere Web-Seite
www.comconsult-akademie.de

Vorname _____ Nachname _____

Firma _____ Telefon/Fax _____

Straße _____ PLZ, Ort _____

eMail _____ Unterschrift _____

Data Center

Das RZ-Netz der Zukunft

Teil 2: 25/50/100 GbE-Switching und die 100G-Transformation

Fortsetzung von Seite 1

3. 25/50/100 GbE-Switching

Im RZ ist die Gemengelage bei den 40 GbE-Anschlüssen unübersichtlich, optimal und problemangepasst ist hier gar nichts, man kann auch kurz konstatieren, dass 40 GbE genau so tot ist, wie wir es immer prognostiziert haben. Die aktuelle Generation höchst leistungsfähiger 25/50/100 GbE Switch-ASICs bietet offensichtlich die Möglichkeit zum Aufbau zukunftssicherer, skalierbarer, leistungsfähiger und gut zu verwaltender RZ-Netze jeder Größenordnung.

Dennoch gibt es offensichtlich vielfach Unklarheiten in der Diskussion. Die Anzahl der Hersteller der eigentlichen Switch-Chips für 100 G (und damit in Folge auch für die flexiblen 10/25/50/100 GbE-Lösungen) ist sehr übersichtlich. Damit stellen sich viele folgende Frage: „Wenn ohnehin in allen Switches das Gleiche drin ist und die Hersteller sich nur noch über die Software differenzieren, kann ich dann nicht einfach den billigsten Switch nehmen?“

Die Antwort: NEIN. Das zugrundeliegende Missverständnis der Leute, die so fragen ist, dass 25/50/100G-Switch Chips intern genau so konstruiert sind wie ihre 10/40-Vorgänger. Das genau ist aber nicht so. 25/50/100 G-Switches haben eine Switching Matrix im Kern und darum herum eine Vielzahl möglicher Schnittstellenmodule, Speichererweiterungen und Prozessoren. Switch-Hersteller wie Cisco, Arista und andere können sich sehr wohl auch in der Hardware Differenzierungsmerkmale schaffen. Schließlich gibt es durch das Hersteller-Duo Mellanox und Broadcom noch zwei grundsätzliche verschiedene Bauarten der eigentlichen Switch-Matrix.



Dr. Franz-Joachim Kauffels ist Technologie- und Industrie-Analyst und Autor. Seit über 30 Jahren unabhängiger, kritischer und oft unbequemer Bestandteil der Netzwerkszene. Verfasser von über 20 Büchern in über 70 Ausgaben sowie über 2000 Artikeln, Videos und Reports.

Der Sinn dieses Unterkapitels ist es, diese Dinge genau, aber dennoch hoffentlich auch für jemanden, der kein Chip-Nerd ist, nachvollziehbar, darzustellen.

Auf fast schon wundersame Weise hat es Ethernet geschafft, sich mit bezogen auf den Zeitraum eigentlich recht wenigen gravierenden Änderungen (wie z.B. der Entwicklung vom Shared Medium zum Switching) eher in den Stand einer Commodity, eines grundsätzlichen Versorgungssystems, hochzuarbeiten. Systeme zur Wasser- und Stromversorgung haben trotz aller zwischenzeitlichen technischen Neuerungen den erheblichen Charme, dem Nutzer gegenüber immer in der gleichen Form zu erscheinen, lediglich mit Unterschieden in der Leistung.

Und das ist auch das Geheimnis von Ethernet. Nicht die rohen Datenraten oder die teilweise verwegenen Zusatzprotokolle wie FCoE, sondern schlicht und ergreifend das Paketformat und die grundsätzliche Verarbeitung sind der Kern des Erfolges.

In den vergangenen Jahrzehnten hatten wir uns daran gewöhnt, dass es ab und an einen Leistungssprung um den Faktor 10 zu grob den dreifachen Kosten der aktuell bestehenden Leistungsstufe gab, also von 10 MbE auf Fast Ethernet, von Fast auf Gigabit Ethernet und von Gigabit auf 10 Gigabit Ethernet. Durch den Standard zu 40 und 100 GbE gab es in diesem System eine Unterbrechung. Anlass war, dass die Provider vor einigen Jahren gerne eine 40G-Technologie haben wollten und 100G ohnehin technisch noch außer Reichweite war. An privaten RZ-Netzen ging diese Diskussion ebenso vorbei wie die Weiterentwicklung der optischen Übertragungstechnik am Standard selbst.

Bevor wir aber auf die einzelnen Alternativen eingehen, möchte ich einige Bemerkungen zur Struktur moderner Switch-ASICs machen, die für das Verständnis der Entwicklungen wesentlich sind.

3.1 Das Multi-Lane Konzept als Grundlage

Für die Konstruktion von Switch-ASICs, aber auch für die Implementierung vieler begleitender Funktionen wie Sicherheitsprüfungen oder Zähler oder Flow-Funktionen ist das Multi-Lane Konzept eine lebenswichtige Grundlage. Wir kennen seit Jahrzehnten Moore's Law, das besagt, dass sich die Anzahl der auf einer Chipfläche verfügbaren Transistorfunktionen alle 18 bis 24 Monate verdoppelt. Darauf können wir uns auch in den nächsten Jahren verlassen. Allerdings steht nirgendwo, dass die immer kleiner werdenden Transistoren immer schneller werden. Es gibt unterschiedliche VLSI-Herstellungsprozesse. Der preisgünstige CMOS-Prozess, der seit vielen Jahren die Basis für alle Entwicklungen ist, führt zu Schaltungen, die sich mit höchstens rund 3 GHz takten lassen. Natürlich gibt es auch erheblich schnellere Techniken, die aber alle deutlich geringere Integrationsgrade und höhere Kosten nach sich ziehen. Deren Einsatz wird auf das absolut notwendige Minimum beschränkt.

Bei Prozessoren führt das einfach zu mehr Cores über die Zeit und ohne ein Betriebskonzept wie die Virtualisierung hätten alle Prozessor-Hersteller große Probleme, die vielen Cores noch sinnvoll zu nutzen. Bei Speicher ist es einfach nett, immer mehr Kapazität auf immer kleinere Flächen zu bringen, wobei jetzt aktuell ja auch die dritte Dimension erklimmt wird, was zu weiteren Optimierungen führt.

Das RZ-Netz der Zukunft - Teil 2: 25/50/100 GbE-Switching und die 100G-Transformation

Aber seit dem Schritt von 1 GbE auf 10 GbE führen die beschriebenen Fakten zur Notwendigkeit, den Datenstrom zu Beginn eines Schaltkreises auseinander zu nehmen und am Ende wieder zusammen zu setzen, denn für die meisten Aufgaben einer Schaltung, die den Datenstrom manipulieren soll, muss anschaulich gesprochen die Schaltung schneller sein als der Datenstrom. Bei 10 GbE hat das dazu geführt, dass vier Lanes zu je 2,5 Gbit/s vorgesehen wurden, in die der Datenstrom zur Bearbeitung zerlegt wurde. Damit konnte man Schaltkreise verwenden, die im Bereich zwischen 2,6 ... 3,0 GHz getaktet wurden, wie es der preisgünstige CMOS-Prozess verlangt.

Im Standard IEEE 802.3 ba für 40 und 100 GbE wurde dieses Konzept verallgemeinert. Nach außen sehen wir z.B. bei 40(100) GBASE-SR die Möglichkeit, 40 GbE auf vier und 100 GbE auf 10 Fasern zu implementieren, nach innen gibt es aber weitere Differenzierungen mit dem PCS (Physical Coding Sublayer) Distribution Konzept, welches einen Strom aus 64/66b-Worten durch Einfügung von Markern in praktisch beliebig viele Lanes zerlegen kann.

Hat man jetzt in einem Schaltkreis durch die konsequente Anwendung eines Bibliothekskonzeptes mit Modulen hinreichend viele parallele Schaltungen ist es überhaupt kein Problem, z.B. einen 40 GbE Datenstrom in 16 Lanes á 2,5 Gbps zu zerlegen und diese Lanes dann in den entsprechenden Modulen weiter zu verarbeiten.

Die Einrichtungen zur Zerlegung und zum Wiederaufbau von Datenströmen heißen SerDes (Serialisierer/Deserialisierer). Bei der aktuellen Generation von Switch-ASICs kommt dann noch praktischerweise hinzu, dass diese mit Speicher manipulation arbeiten. Für die Implementierung eines Switching-Vorgangs muss man nur Speicherbereiche definieren, in die die Lanes die Daten parallel ablegen können bzw. aus ihnen wiederaufnehmen. Der eigentliche Switching-Vorgang bewegt die Daten ja gar nicht, sondern ordnet nur den durch die Menge der zu einem Input-Port gehörenden Speicherzellen einen passenden Output-Port zu, das ist aber keine Manipulation mit Daten, sondern mit Adressen der Speicherzellen.

Es ist vielleicht dem einen oder anderen Leser aufgefallen, dass die Generation der 10/40 G-Ethernet-Switches im Großen und Ganzen die gleiche L2-Switch-Latenz hat wie ihre 10G-Vorgänger.

Solange nur geschwitt wird, ist es gleichgültig, ob 4 Lanes (für 10G) oder 16 Lanes (für 40G) parallel bearbeitet werden. Unterschiede gibt es natürlich bei der Bearbeitung von L3 oder noch höheren Funktionen, das hängt dann davon ab, wie viel Rechenleistung in Form paralleler Prozessoren im Switch Chip steckt.

Die aktuelle Switch-Generation auf der Basis von 40 G Switch-ASICs wie Broadcom Trident II ® oder Mellanox Switch-X® ist deshalb auch großzügig hinsichtlich der Konfiguration. Ein Switch mit z.B. 48 40 GbE-Ports kann im Extrem auch so konfiguriert werden, dass er 192 10 GbE Ports hat. Und es kann sinnvolle Mischungen geben, wie z.B. 16 40 GbE Ports und 128 10 GbE Ports. Natürlich beherrschen die Switches dann Rate Conversion.

3.2 100 G Switching

Wie schon erwähnt, legen auch die Provider keinen großen Wert mehr auf 40 G. Für den Ausbau der Netze, vor allem vor dem Hintergrund von 5G, müssen stärkere Mittel her. Also gibt es schon seit einiger Zeit von führenden Herstellern passende 100 G-Switches für Provider, wie z.B. Cisco CRX-1, Juniper T-, MX-, EX-Reihen oder Arista 7500 E, letzterer ist durchaus auch für die Anwendung in Rechenzentren gedacht. In 2016 sind dann

sehr sinnvolle Alternativen für 100G-Switches für das RZ hinzugetreten.

Sieht man aber genauer hin, ist das Design der Switches völlig anders als bei den monolithischen 40 G Switch ASICs. Aktuelle 100 G Switches arbeiten mit einem Kern für das Switching und Ingress bzw. Egress Modulen, die den Kern umgeben und all die Funktionen bereitstellen, die für die Manipulation der Datenpakete benutzt werden. Das hat den enormen Vorteil, dass man den Kern auf maximale L2-Leistung optimieren kann und bei der Gestaltung der Randmodule eine sehr hohe Flexibilität walten lassen kann.

Abbildung 3.1 zeigt das Basisdesign, in diesem Fall mit einem Clos-Netz als Kern. Das Clos-Netz hat ja den Vorteil, dass man ein einmal bestehendes Switching-Basis-Element rekursiv wiederverwenden kann, wobei die Stufenzahl nur logarithmisch steigt.

Das Design geht zurück auf Arbeiten der Firma Dune, die von Broadcom gekauft wurde. Die wesentliche Leistungssteigerung eines Mehrstufen-Mehrfach-Verbindungsnetzwerkes nach Clos geschieht durch dynamisches Routing, welches es ermöglicht, einen Datenstrom auch in parallelen Wegen durch den Switching-Kern zu führen, siehe Abbildung 3.2. Das har-

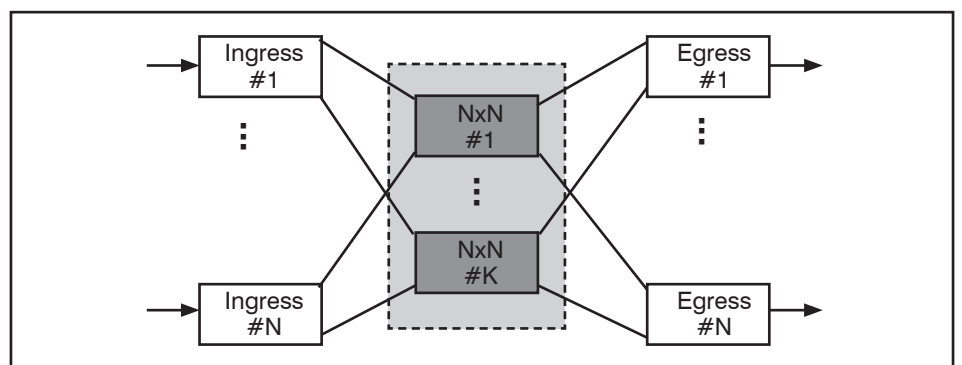


Abbildung 3.1: 100G-Switch Basis-Struktur

Quelle: Broadcom

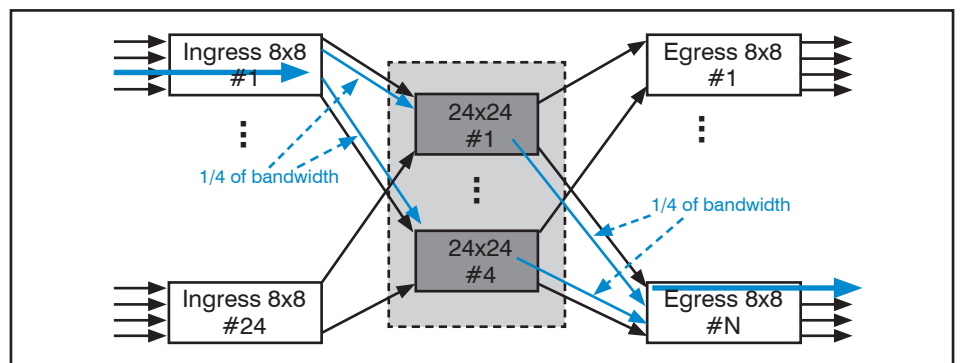


Abbildung 3.2: DUNE Clos Netzwerk mit dynamischem Routing

Quelle: Broadcom

Das RZ-Netz der Zukunft - Teil 2: 25/50/100 GbE-Switching und die 100G-Transformation

moniert natürlich optimal mit dem Multi-Lane-Konzept und erlaubt eine praktisch beliebige Parallelisierung des Kerns, durchaus auch in der Größenordnung von 10, 20 oder 40 parallelen Lanes.

Was wir jetzt noch brauchen, sind passende Line Module. Das gibt es auch schon seit ein paar Monaten, wir zeigen in Abbildung 3.3 direkt das 200 G-Modul, was man ja für Vollduplex braucht. Es besitzt eine sehr flexible Netzwerk-Schnittstelle für verschiedene Datenraten, auf der anderen Seite natürlich ein passendes Fabric Interface und dazwischen wenig überraschend Puffer und Scheduler sowie Schnittstellen zu externen Funktionseinheiten. Für 100 G-Switches ist es natürlich wichtig, viel Speicher bereitzustellen zu können und der gehört rein strategisch nicht direkt auf das Modul, weil man ihn dann nicht flexibel genug gestalten kann. Da ist eine DDR3-Schnittstelle nach außen schon besser. Ein weiterer Punkt ist die mögliche Anbindung von Prozessorleistung für die unterschiedlichsten Zwecke mit dem Host PCIe-Interface.

Man sieht also ganz klar die Tendenz dieses Herstellers, den bisherigen Kunden eher die Elemente eines Bausatzes für einen 100 G-Switch als ein fertiges Design zu liefern. Das ändert sich jetzt aber: mit dem Tomahawk bietet Broadcom einen monolithischen Switch ASIC für 25/50 und 100 GbE an, der die Nachfolgeneration des Trident einläutet.

3.3 25 und 50 GbE

Schon 2014/15 hat sich das „25 Gigabit Ethernet Consortium“ gebildet, www.25gethernet.org. Die Initiatoren Google, Microsoft, Arista, Broadcom und Mellanox wollen mit dieser Industrie-Vereinigung innerhalb von IEEE 802 die Entwicklung eines Standards für 25 und 50 GbE vorantreiben. Unterstützer sind Hersteller wie Brocade, Cisco, Dell, Qlogic, Cadence und weitere.

Ansatz ist hier die Optimierung und Erhöhung der Effizienz des Anschlusses von Servern durch die unmittelbare Nutzung der Lane-Technologie in harmonischer Teilung von 100 G mit 25 G Single Lanes. Primäre Anwendungsbereiche sind Web-Scale Rechenzentren und Cloud Service Provider. Es geht hauptsächlich um die Verbindungen zwischen Servern und der ersten Stufe des Netzwerks, siehe auch Abbildung 3.4.

Was sind nun technische Gründe für 25 G?

Zunächst greift man die aktuelle Anschlussproblematik auf. Primäres Ziel der Arbeitsgruppe sind Techniken für den An-

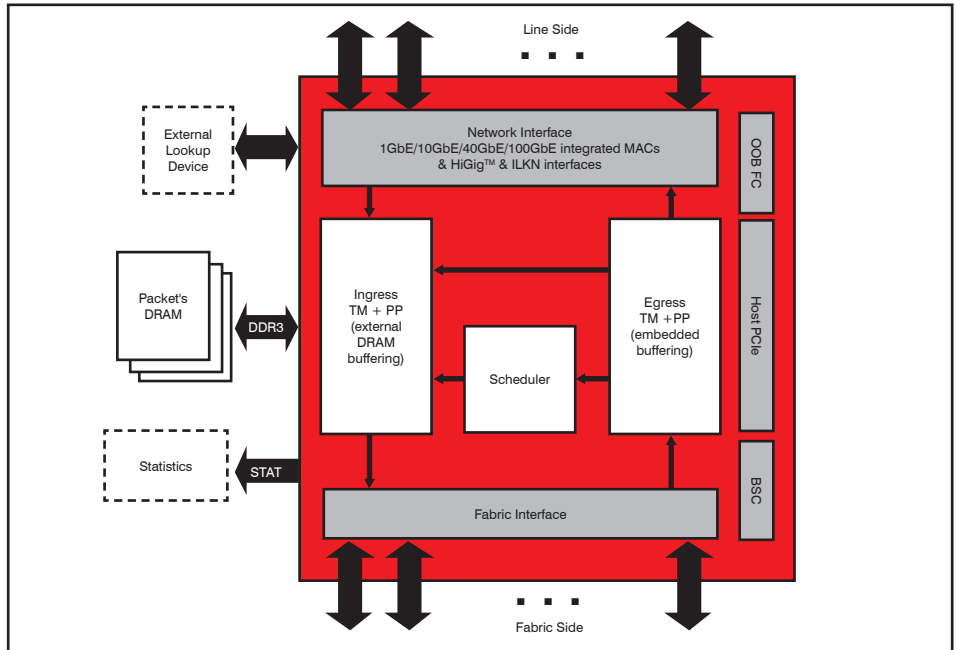


Abbildung 3.3: Broadcom BCM 88650 200 G Line Modul

Quelle: Broadcom

schluss von Servern an ToR-Switches, also zunächst kurze Strecken. Bei 40 G gibt es ja dafür den Twinax-Standard 40 GBASE-CX mit einer maximalen Übertragungsdistanz von 7m. Aber, muss es 40G sein?

Intel x86 CPUs verbessern sich in I/O-Funktionalität und Geschwindigkeit, aber vielfach nicht so dramatisch wie erwartet oder von Intel in Aussicht gestellt. Hier ist 10 GbE zwar nicht mehr schnell genug, 40 GbE aber deutlich übertrieben. Natürlich könnte man auf die Idee kommen, Link Aggregation zu nutzen. Für einen Server-Block würde alleine die Aufrüstung von 10 auf 20 GbE doppelt so viele notwendige Ports in den ToR-Switches, doppelt so viele Stecker und NICs und doppelt so viele Leitungen bedeuten, ganz abgesehen von der Notwendigkeit, in die Uplinks ebenfalls mehr Leistung zu geben, um die Überbuchung nicht zu

übertreiben. Wie gesagt, bei einem oder zwei Servern kann man das machen, aber nicht in einer Server Farm z.B. eines Cloud Providers.

Mellanox hat mit dem Switch X-3 ® einen 100 G Infiniband Switch-ASIC vorgestellt. Es gibt keinen Grund, warum er nicht genau wie seine Vorgänger Ethernet einfach nachmachen kann. Und auf den Tomahawk von Broadcom kommen wir noch.

Von den vielen möglichen Varianten bei 100 G greifen wir jetzt die heraus, die für das RZ am Besten brauchbar ist, nämlich mit 4 Lanes zu je 25 Gbit/s. über Fiber oder Kupfer. Einsteckbare Transceiver Module mit kompakten Form Faktoren, wie dem C-Form Faktor (SFP/CFP) haben vier VCSELs, die jeweils mit 25 Gbit/s. arbeiten. Für jede Lane braucht man ein SerDes-Chipset.

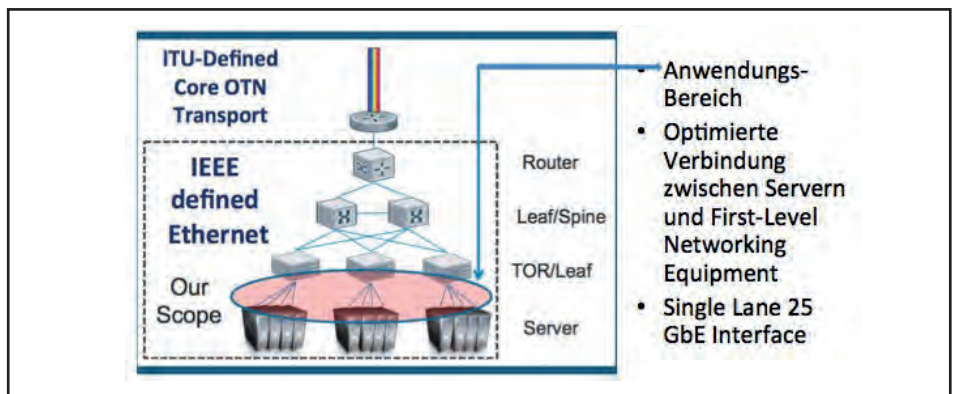


Abbildung 3.4: Anwendungsbereich für 25 GbE,

Quelle: 25G Ethernet Organisation

Das RZ-Netz der Zukunft - Teil 2: 25/50/100 GbE-Switching und die 100G-Transformation

In Abbildung 3.5 sehen wir, dass der ToR-Switch auf einer 100 G Switching Architektur basiert und somit 100 G und 25 G-Ports unterstützt. Die Topologie ist ganz ähnlich wie bei 10 oder 40 GbE. Man kann 25 GbE Ports einzeln mit SFP28 oder mit einem QUAD 25 Gb/s QSFP28 Breakout implementieren. Das optimiert Ports und Bandbreite in der ToR Steckerfläche und unterstützt höhere Dichte in den Racks.

Der 25 GbE-Standard hat die gleiche physikalische Chipstruktur wie eine einzelne 25 Gbit/s. Lane. Das vereinfacht den Herstellungsprozess, es müssen nur einige kleinere Änderungen in der Vorwärts-Fehlerkontrolle und dem Lane-Alignment gemacht werden. Die Herstellungskosten sind aber geringer als für 40 GbE.

Und damit sind wir beim wesentlichen Faktor: den Kosten. 25 GbE wird einen ordentlichen Leistungsgewinn gegenüber 10 GbE haben, dabei aber die geringsten Kosten aller möglichen anderen Alternativen aufweisen. Anshul Sadana, Senior Vize-Präsident bei Arista Networks erwartet für die erste Generation von 25 GbE die 2,5-fache Leistung zum 1,5-fachen Preis gegenüber 10 GbE. In der zweiten Generation werden seiner Ansicht nach die Preise für 10 GbE und 25 GbE gleich sein, wobei 25 GbE eben die 2,5-fache Leistung hat. Das entspricht eher dem alten Ethernet-Versprechen bei Generationen-Übergängen. Bei 100 M auf 1 G und 1 G auf 10 G wurde mittelfristig immer die zehnfache Leistung zum dreifachen Preis erreicht. Die Mehrleistung kann ohne Erhöhung der Betriebskosten gefahren werden, weil sich die Anzahl der Komponenten ja nicht erhöht.

Ohne hier jetzt tiefer zu gehen: durch die Integration optischer Elemente „funktioniert“ Moore's Law auch bei der Elektronik hinter optischen Übertragungssystemen. Die Erwartung, dass ein 25G-Transceiver in 2 Jahren nicht mehr kostet als ein 10 G-Transceiver ist völlig berechtigt. Der 10 G-Transceiver sinkt allerdings nicht mehr im Preis, wenn er nicht weiter mit multiplen Strukturen wachsen kann.

Auch wenn wir das in diesen Medien kaum verfolgen, die wirklichen technischen Fortschritte gab es bei 100G, sowohl in der Übertragungstechnik als auch beim Switching. Eine erhöhte Produktion integrierter VCSELs und anderer optischer Komponenten führt zu günstigen Preisen. Es ist durchaus eine sehr nahe liegende Idee, auf dem Weg von 10 G zu 100 G im RZ keine artfremde Technologie zu verwenden, sondern bereits vorliegen-

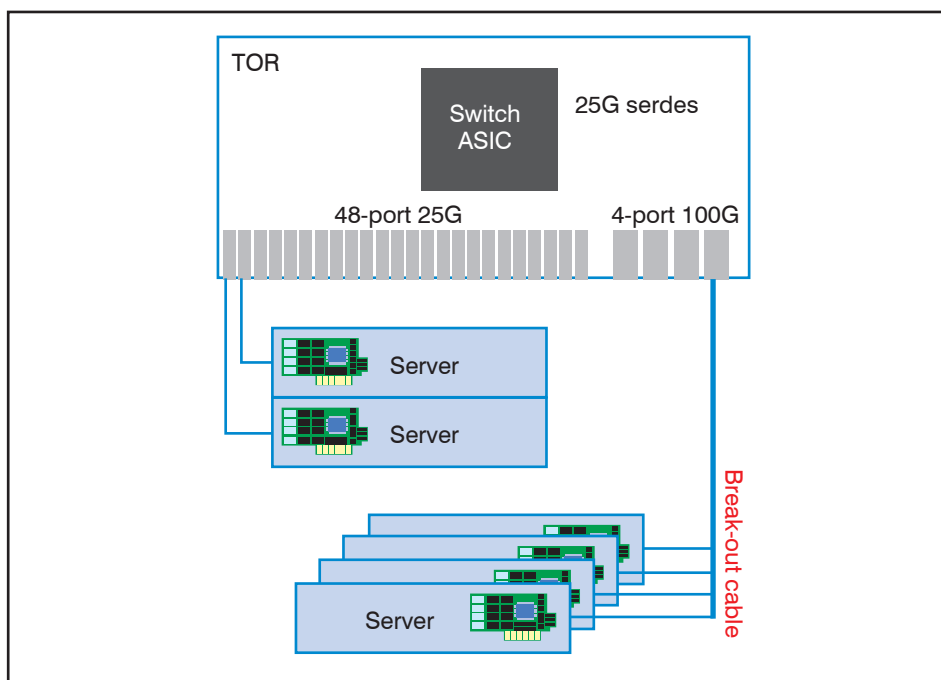


Abbildung 3.5: 25 GbE Anschluss

Quelle: 25 G Ethernet Organisation

de, erfolgreiche Elemente der 100 G-Technologie in anderer Weise zu verwenden. 25 und 50 GbE ergeben sich „natürlich“ durch Teilung einer 100 G-Schnittstelle.

3.4 Broadcom Tomahawk

Broadcom (Nasdaq: AVGO) nennt seine Switch-Chips gerne nach US-Kampfflugkörpern. Tomahawk kann man sich aber auch besser merken als den offiziellen Namen BCM 56960 Strata XGS® für die mit dem Tomahawk Switch-ASIC gebauten 100 G-Switches. Tomahawk ist der Nachfolger des Trident II und setzt selbst für den erfahrenen Chip-Fan neue Maßstäbe. Schon jetzt ist der Hersteller mit seinen Trident und Dune ASIC-Familien ein dominanter Anbieter auf diesem Sektor. Die aktuelle Anforderung von Betreibern von Hyperscale-RZs ist schlicht und ergreifend kostengünstiges schnelleres Networking für ihre Abertausende Server. Mit der 25GbE Alliance haben diese Anwender den Willen gezeigt, zur Not selbst einen Standard zu formulieren, wenn IEEE dazu unfähig sein sollte.

Ein 25 GbE-Port wird zu Beginn im Vergleich zu einem 10 GbE-Port das 1,5-fache kosten, die 2,5-fache Bandbreite haben, nur die Hälfte Strom verbrauchen und so eine höhere Portdichte ermöglichen. Es ist auch schon das Problem aufgetreten, dass Unternehmen nicht so viele Geräte an ein Netz bringen konnten, wie sie eigentlich vorhatten. Kunden möchten Netzwerkeite Analyse-Funktionen, um das Verhalten ihres Netzes besser zu verstehen, damit die Congestion im Netz keine An-

wendungen abmurkst. Es nützt gar nichts, wenn man alle Rechen- und Speicherkapazität der Welt hat, aber nicht genügend Bandbreite für moderne, hochgradig verteilte Workloads bereitsteht. Die Idee hinter den ganzen Initiativen ist, nach wie vor nur rund 10 – 15% des Gesamtbudgets für das Netz auszugeben, dafür aber einen überproportionalen positiven Effekt auf die Anwendungen zu bekommen.

Tomahawk wurde entworfen, um genau diese Problembereiche abzudecken. Der Trident Chip hat maximal 128 SerDes-Schaltungen, die auf 10 GHz laufen und die man zu (bis zu 128) 10 GbE- oder (bis zu 32) 40 GbE-Switch-Ports (oder gemischt) konfigurieren kann. Der Tomahawk hat ein neues SerDes, welches mit 25 GHz getaktet ist und welches man dann zu 25, 50 oder 100 GbE Switch-Ports konfigurieren kann. Das neue SerDes mit dem Namen „Long Reach“ ist hinsichtlich Bandbreite, Skalierbarkeit und geringer Latenz optimiert. Der Tomahawk-Chip kann eine Ende-zu-Ende-Latenz zwischen zwei Ports von 400 ns garantieren und hat 680 Mb für das Puffern von Paketen.

Im Gegensatz zu den weiter oben beschriebenen 100 G Switch-Konfigurationen ist der Tomahawk ein einzelner monolithischer Chip mit über 7 Milliarden Transistoren. Damit schlägt er sogar den neuen 18-Core Xeon® E5 2600 v3 Prozessor Intel, der „nur“ 5,57 Milliarden Transistoren besitzt. Noch vor zehn Jahren brauchte Broadcom neun Chips, um einen 8-Port 10 GbE-Switch zu bau-

Das RZ-Netz der Zukunft - Teil 2: 25/50/100 GbE-Switching und die 100G-Transformation

en. Das ist Moore's Law! Der Tomahawk-ASIC kann bis zu 3,2 Tb/sec im Vollduplex schalten, knapp dreimal so viel wie der Trident II mit seinen 1,28 Tb/sec. Wichtig ist auch, dass sich Switches, die mit dem neuen Tomahawk ausgestattet sind, nahtlos in die bestehende Verkabelungs-Infrastruktur einfügen und dennoch erhebliche Leistungssteigerungen für Links zu Servern und Speichern sowie über Fabrics hinweg erzeugen. Die Abbildung 3.6 fasst die Unterschiede zwischen 10/40G und 25/50/100G-Lösungen zusammen.

Der Chip unterstützt neben vielen anderen Protokollen auch RoCE und RoCE v2, die Remote Direct Memory Access Technologie aus InfiniBand, die ja damit auf Converged Ethernet portiert wurde. Vor rund drei Jahren hatte ich schon einmal einen Artikel über die hervorragende Eignung dieser Protokolle für die Implementierung hochdynamischer virtueller Umgebungen geschrieben und bis heute gibt es weit und breit kein Verfahren, das die VM-Migration wirkungsvoller unterstützt. Nachdem Broadcom ja schon früher einen Chip herausgebracht hat, der Tunnel-Protokolle direkt implementiert, ist es nicht verwunderlich, dass der Tomahawk VXLAN und NVGRE unterstützt, natürlich aber auch MPLS und SPB. Der Tomahawk ASIC ist schon seit Q4/14 in den OEM-Laboren und sicherlich auch bei dem einen oder anderen besonders interessierten Großanwender. So ist es kein Wunder, dass viele heute marktgängige 100G-Switches auf Tomahawk basieren.

Der Software-Stack, der mit den Tomahawk-Chips kommt, umfasst die sog. „Broadview“-Instrumentierung, die die Pakete nachverfolgt und den Paketfluss in und um die Fabric herum sichtbar macht. Die Software besitzt verschiedene eingebaute Analyse-Routinen für Congestion und Hashing, Monitore für Load Balancing und die Erkennung von „Elefanten“ (unregelmäßig auftretende große Datenmengen, die andere Flows unterbrechen können), Puffer-Zuständen, Timing und aktuellen Leistungsreserven in der Fabric. Wenn Broadview die Vorgänge im Netzwerk beobachtet und analysiert, ist die FlexGS-Engine in der Software die Stelle, die diese Daten hernimmt und den Verkehrsfluss über die Datenebene optimiert. Das ist ein automatisches Traffic Shaping, was nach Aussage des Herstellers dabei hilft, aus dem Netz eine optimale Leistung zu beziehen.

Je schneller Switch-ASICs werden, umso wichtiger sind derartige Automatismen. Das ist genau die Art von Software, die Google & Co für ihre White Box-Netze geschrieben haben, als in dieser Richtung

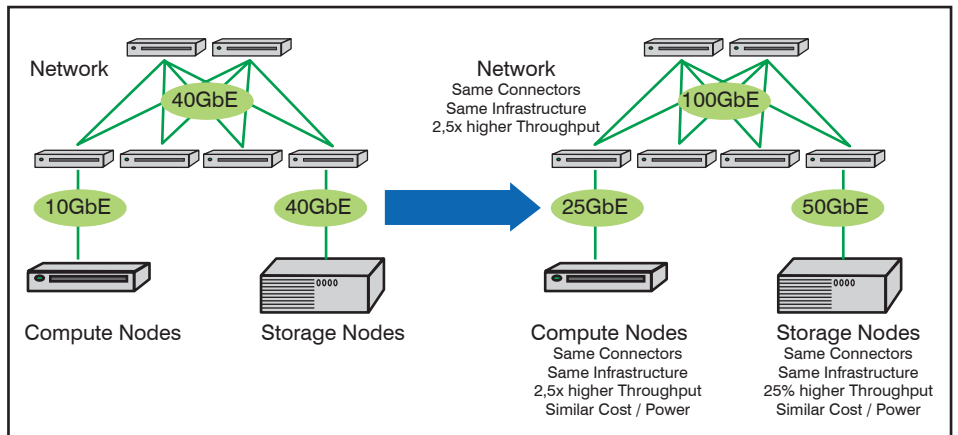


Abbildung 3.6: Verbesserungen durch 25/50/100 G

kommerziell noch nichts kommerziell verfügbar war. Die Broadcom Software hat verschiedene Anbindungsmöglichkeiten an SDN-Stacks, zu Cloud Controllern wie OpenStack, Automationstools wie Chef und Puppet und natürlich den Netzwerk-Betriebssystemen, die auf der Broadcom Switch Produktlinie laufen.

3.5 Mellanox (Nasdaq: MLNX) Spectrum®

Der Spectrum® 100 G Switch Chip ist die direkte Antwort dieses hinsichtlich der Höchstleistungskommunikation sehr erfahrenen Herstellers auf den Tomahawk von Broadcom. Dieser Chip hat folgende Leistungsmerkmale:

- 128 PHYs, die Datenraten zwischen 1 und 28 Gbps unterstützen
- Datenraten 1,10,20,25,40,50,56,100 Gbps
- PHYs können über PCBs, Backplane, aktive und passive Kupfer- und Glasfaserverbindungen kommunizieren
- Bis zu 32 40/56/100 GbE Ports
- Bis zu 64 10/20/25/50 GbE Ports (oder Mischungen)
- Zero Packet Loss
- Link Aggregation mit bis zu 32 Ports **(6,4 Tbps Link !!!)**
- DCB, PFC, DCBX, ETS
- Erweitertes Load Balancing
- Erweitertes Congestion Management ECN
- Overlay und Tunneling mit NVGRE, VXLAN, GENEVE und MPLS
- Viele weitere Funktionen wie alle neueren Switch-ASICs

Besonders hervorstechend für den echten Speed-Fan ist die Eigenschaft „Zero Packet Loss“. Wir haben in diesem Medium schon fast endlose Diskussionen über „Lossless Ethernet“ geführt. Dabei war es in der Vergangenheit immer so, dass dies eine eher statistische Aussage war. Es konnten durchaus Pakete verloren gehen, aber eben statistisch gesehen wenige, je

nachdem in der Größenordnung zwischen 10 EXP - 3 und 10 EXP - 8, letzteres fast schon an der Grenze der Zuverlässigkeit physikalischer Übertragungssysteme (Tranceiver, Kabel, Fasern) hinsichtlich der Übertragung einzelner Bits. Nach Aussagen von Mellanox kann in Netzen mit Switches, die den Spectrum®-Switch enthalten, in Verbindung mit den passenden Adaperkarten des gleichen Herstellers wirkliche Verlustfreiheit gewährleistet werden. Praktischerweise wird direkt auch eine ganze Familie von Switches unterschiedlicher Größen vom Hersteller geliefert. In der HPC-Gemeinde ist diese Lösung sehr beliebt.

Technisch gesehen hat dieser Switch vermutlich genau deshalb solche guten Eigenschaften, weil er wie seine Vorgänger aus der Switch-X® Familie letztlich ein InfiniBand-Switch ist, der einfach die Ethernet Schnittstellen nachbildet, damit er häufiger gekauft wird. Der Ethernet-Markt ist ungleich viel größer und in der Vergangenheit hat die Switch-X®-Familie ja schon eindrucksvoll demonstriert, dass dieser Ansatz gut funktioniert. Für die „InfiniBand-Theorie“ spricht die Tatsache, dass auch die Datenraten 28 und 56 Gbps unterstützt werden. Das bedeutet wiederum, dass der Chip 28 G-SerDes-Komponenten hat, im Gegensatz zu den 25 G-SerDes des Tomahawk. Die 100 GbE-Schnittstelle wird also von innen mit 112 Gbps implementiert. Diese bequeme Leistungsreserve trägt mit Sicherheit zu dem günstigen Gesamtverhalten bei.

Für Mellanox ist dieser Switch-Chip schon wie „älteres“ Modell, denn vor wenigen Monaten wurde schon eine vollständige 200 GbE-Lösung vorgestellt.

3.6 Cisco Nexus 3232C

Natürlich hat der Marktführer auch längst seinen 100 G-RZ-Switch. Er basiert auf dem Tomahawk, hört auf den vergleichsweise

Das RZ-Netz der Zukunft - Teil 2: 25/50/100 GbE-Switching und die 100G-Transformation

unspektakulären Namen 3232C und hat folgende wesentliche Eigenschaften:

- Wire Rate L2 und L3 Switching auf allen Ports mit maximaler aggregater Gesamtleistung von 6,4 Tbps
- Unterstützung von Cisco NX-APIs, LINUX Containern, XML, Java Script APIs, OpenStack, Python, Puppet, Chef
- 2 Core CPU, 8 GB DRAM, 16 Gb dynamischer Puffer
- Sonstige Funktionen / Möglichkeiten wie Tomahawk

Es ist eher selten, dass ein Hersteller Prozessor-, Speicher- und Puffer-Ausstattung so explizit angibt. Noch seltener würde man Folgendes vermuten: zu seiner Vorstellung 03/2016 war der Switch mit einem Listenpreis ab 35.000 US\$ Preisbrecher. Bis zur Manuskripterstellung 01/2017 hat sich an dem Preis nichts geändert.

4. Die 100G-Transformation der RZs von LinkedIn

Das Karrierenetzwerk LinkedIn ist sicher jedem bekannt. Die Nutzerbasis von LinkedIn ist nach Statista von rund 55 Mio. Benutzern in 2009 auf fast 400 Millionen Benutzer im dritten Quartal des letzten Jahres gestiegen. Das Spannende ist nun, dass LinkedIn nicht nur eigene Switches definiert hat, sondern auch eine logisch sehr klare und nachvollziehbare Struktur für ein RZ-Netz. Sehr interessant finde ich auch, dass LinkedIn nicht mit einem, sondern mehreren RZs (aktuell 4) arbeitet, was natürlich für einen solchen Anbieter ganz normal ist, die Anzahl der RZs aber die Zahl der Benutzer pro RZ aber deutlich senkt. Damit kommt LinkedIn als einer der wenigen Hyperscaler bezogen auf ein einzelnes RZ in eine Größenordnung, die auch von einer großen Behörde oder einem großen Unternehmen erreicht werden kann. So schätze ich einfach die Anzahl der deutschen Steuerzahler auf 40 bis 60 Millionen, Tendenz steigend, weil ja auch Rentner und Unternehmen von der Frittenbude aufwärts Steuern zahlen müssen. Vergleiche ich jetzt laienhaft aus dem Gefühl heraus das, was LinkedIn für einen Benutzer tut mit dem, was die Finanzbehörden für einen Steuerpflichtigen mit ELSTER implementieren muss, denke ich,

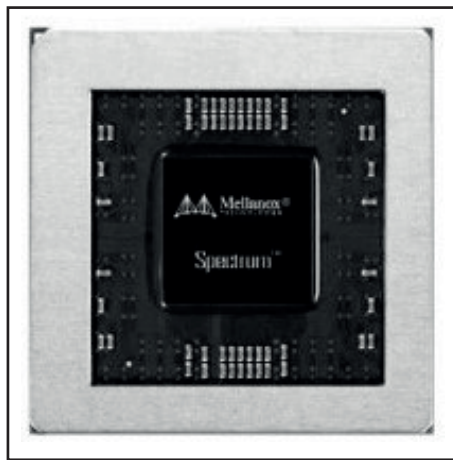


Abbildung 3.7: Mellanox Spectrum® Switch ASIC Quelle: Mellanox

dass das Finanzamt hinsichtlich des Umfangs der Aufgaben deutlich vorn liegt. Hyperscaler wie Facebook (Nyse: FB) mit mehreren Milliarden Benutzern bauen RZs mit Netzen, deren Verhältnisse nicht mehr auf „normale“ Unternehmen und Organisationen übertragbar sind.

LinkedIn erwartet in den nächsten 3 bis 5 Jahren eine Steigerung der Nutzerzahl auf über 1 Milliarde. Für diese Steigerung in den „Maga-Scale“ wurde das Projekt Altair ins Leben gerufen, dessen Ziel die Schaffung einer massiv skalierbaren Data Center Fabric ist. Das neue LinkedIn-RZ in Oregon, intern unter dem Namen LOR1 bekannt, wird das erste sein, welches den Sprung von mehreren 10.000 standardisierten Servern auf eine Flotte von mehreren 100.000 Servern schafft. Die neue Netzwerk-Architektur in diesem RZ wird den Bedarf nach einer deutlichen Steigerung der Anzahl der Server decken und gleichzeitig einen Mix von in unterschiedlichen Ebenen eingebundenen Servern mit unterschiedlicher Netzwerk-Konnektivität mit 10/25/50/100 GbE ermöglichen.

Der Autor ist der Überzeugung, dass die Netzwerk-Architektur im LOR1 vorbildlich für praktisch alle denkbaren Größenordnungen von RZ-Netzen sein kann. Sie ist nämlich nicht nur nach oben skalierbar, sondern kann auch in deutlich bescheidenerem Rahmen beginnen, ohne ihre Vor-

züge zu verlieren. Sehen wir uns das deshalb einmal genauer an.

Das LOR1 RZ-Netz ist ein in 4 Ebenen mit fünf Stufen aufgebautes Clos-Netz. LinkedIn hat sich dazu entschlossen, ausschließlich mit 1RU-Einheiten zu arbeiten, um ein vollständiges flaches RZ-Netz mit einer anfänglich sechsstelligen Anzahl von Servern zu unterstützen.

Alle vier RZs von LinkedIn sind basierend auf einer Pod-Konfiguration mit Tausenden Servern pro Pod und insgesamt 64 Pods aufgebaut. Die Pods sind einheitlich aufgebaut und können lokalen Verkehr optimieren. Um nun die Skalierung in ein Mega-Scale-RZ zu ermöglichen, wurde eine flache Switching Fabric mit einer festen Ende-zu-Ende-Latenz und festen Verhältnissen für Überbuchung aufgebaut. Einige der einzigartigen Eigenschaften des Netzes sind:

- Keine Überbuchung der Spine (1:1)
- Ende-zu-Ende-Überbuchung besser als 6:1
- Feste Ende-zu-Ende-Latenz – alle Switches single chip single hop
- Nur Switch-Boxen mit 1RU
- Im ganzen RZ der gleiche Switch (32 X 100G)
- Sechsstellige Anzahl von Servern mit der o.g. Überbuchung
- Drei mögliche Ausbaulevel für Netzwerk-Kapazität und Server-Anzahl
- Einfach zu verwalten, einfach zu skalieren
- Insgesamt: einfach!

Die Abbildungen 4.1 und 4.2 zeigen den nicht geizigen, aber extrem übersichtlichen Gesamtaufbau. Gezeigt wird eine Anordnung für 100.000 Server. Daraus darf man aber nicht schließen, dass das LOR1 genau 100.000 Server hat.

Die durchgängige Einführung der 100G-Technologie war nach Angaben von LinkedIn nicht ohne Dilemma. Einerseits gibt es überzeugende Vorteile hinsichtlich Kapazität, Eigenschaften (wie Latenz) und Skalierbarkeit. Andererseits kommt da Ganze mit einem ordentlichen Preisschild. LinkedIn hat diese Konflikte durch Nutzung der PSM4-Technologie gelöst. Man hat die 100 G PSM-Technologie hergenommen und in einer „Split-50G“ Konfiguration ausgerollt. Das ermöglichte die Nutzung der Vorzüge der neuen Technologie zu einem Preis der optischen Komponenten, der etwa bei der Hälfte des Preises für optische 40G-Interconnects liegt. Blickt man auf die Port-Kosten, ist der Preis eines optischen 40G-Moduls für Single Mode wie LR4 Light vergleichbar mit dem Preis eines PSM4-Moduls. Das PSM4-Modul liefert aber zwei Ports pro Modul und 25% mehr Bandbreite pro Port gegenüber 40G. Selbst in einem „klei-



Abbildung 3.8: Cisco Nexus 3232C Quelle: Cisco

Das RZ-Netz der Zukunft - Teil 2: 25/50/100 GbE-Switching und die 100G-Transformation

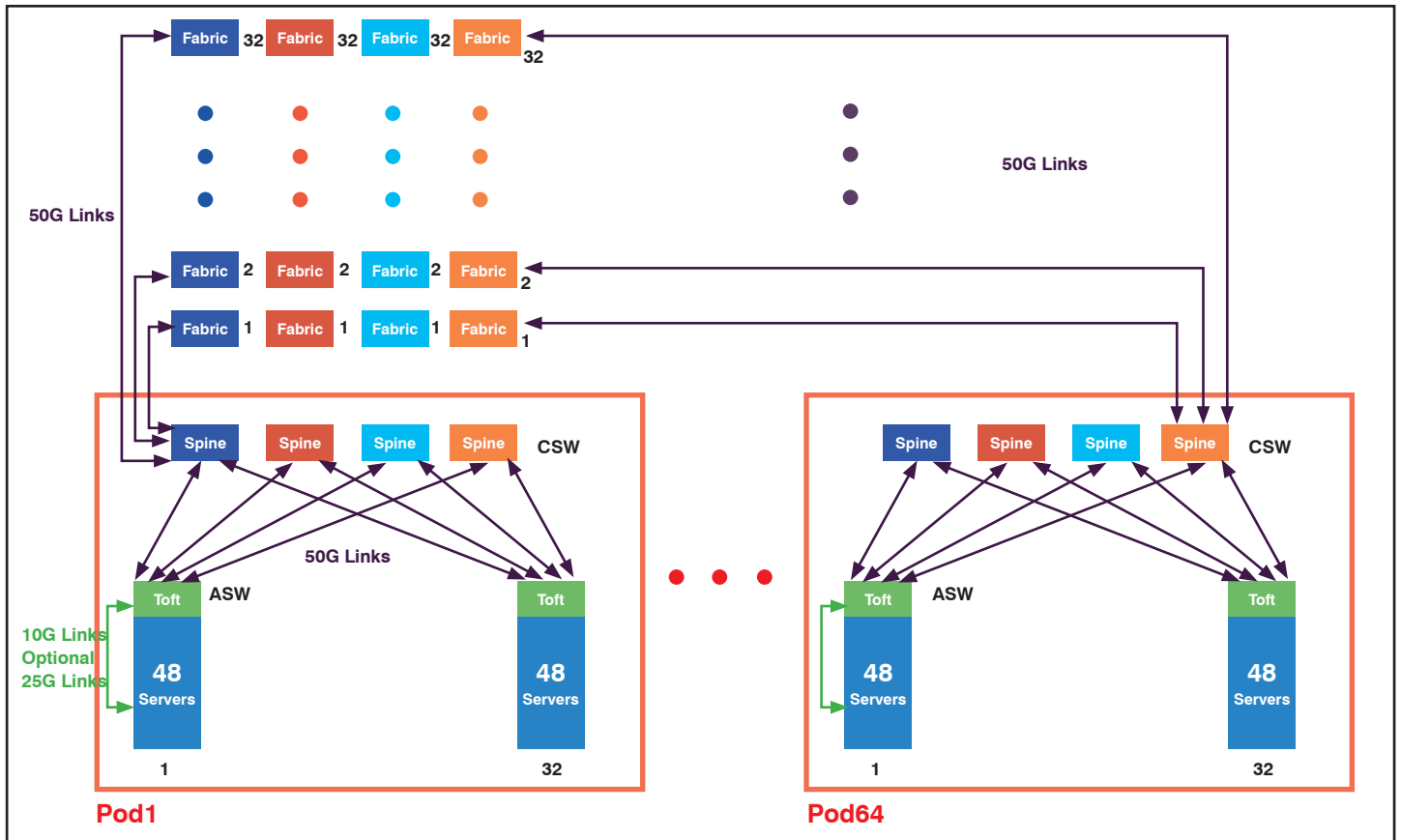


Abbildung 4.1: Aufbau der Pods und ihrer Verbindungen im RZ-Netz von LinkedIn

Quelle: LinkedIn

neren“ Large.-Scale-RZ können solche Unterschiede Millionen ausmachen. Dennoch würde LinkedIn gerne noch andere Alternativen für die Ports sehen.

Die Notwendigkeit für Single Mode Fasern im RZ kommt dann auf, wenn es Distanzen geben kann, die deutlich größer sind als die üblichen 100 bis 300 m für Multimode-Lösungen. Eine wesentliche Empfehlung ist, hier ganz genau auf das zu schauen, wann man benötigt und dann auch wirklich die neueste Lösung zu nehmen. Bei 40G konnte sich Cisco damals einen Vorteil verschaffen, weil sie mit BiDi eine sehr einfache und kostengünstige optische Übertragungslösung anbieten konnten. Konsequenz zu Ende gedacht, bedeutet das aber auch, dass wir über die Sinnfälligkeit jahrzehntelanger Vorverkabelungen diskutieren müssen. Die Standardisierung hierfür hängt ja immer deutlich hinterher, manchmal sogar gleich mehrere Technologie-Generationen. Jedenfalls sollte man auch MPO und die Verwendung aberwitzig vieler paralleler MMF kritisch und ohne vorseilenden Gehorsam betrachten.

LinkedIn hat eine eigene Switch-Implementierung für 32 X 100G basierend auf dem Tomahawk definiert. Sie läuft mit einem Linux-Betriebssystem und heißt „Pigeon“.

Die damit beauftragte Arbeitsgruppe hat 11.520 Arbeitsstunden in dieses Projekt gesteckt. Das nur als Hinweis für die

jenigen, die durch Entwicklung eigener Switch-Designs auf bestehender Standard Hardware Geld sparen möchten.


Kongress

ComConsult Netzwerk Forum 2017 27.03. - 30.03.2017 in Köln

Das ComConsult Netzwerk-Forum 2017 stellt die vier momentan dominantesten Netzwerk-Themen in den Mittelpunkt der Veranstaltung: Anwendungs-Architekturen und Kommunikation im Rechenzentrum, Netzwerk-Design und Optimierung des Betriebs, WLAN-Design und die Herausforderungen neuer Standards, Netzwerk-Sicherheit in einem Cloud-Umfeld.

Der optionale vierte Tag des ComConsult Netzwerk Forums widmet sich traditionell einem Schwerpunktthema, welches wir gemeinsam mit Ihnen intensiv beleuchten möchten. In diesem Jahr steht der „Netzwerksicherheit: Bedrohungen, Herausforderungen, Trends und Best Practice“ im Fokus.

Preise: € 2.790,- netto - 4-tägige Veranstaltung mit Thementag
€ 2.390,- netto - 3-tägige Veranstaltung ohne Thementag

 Buchen Sie über unsere Web-Seite
www.comconsult-akademie.de

Das RZ-Netz der Zukunft - Teil 2: 25/50/100 GbE-Switching und die 100G-Transformation

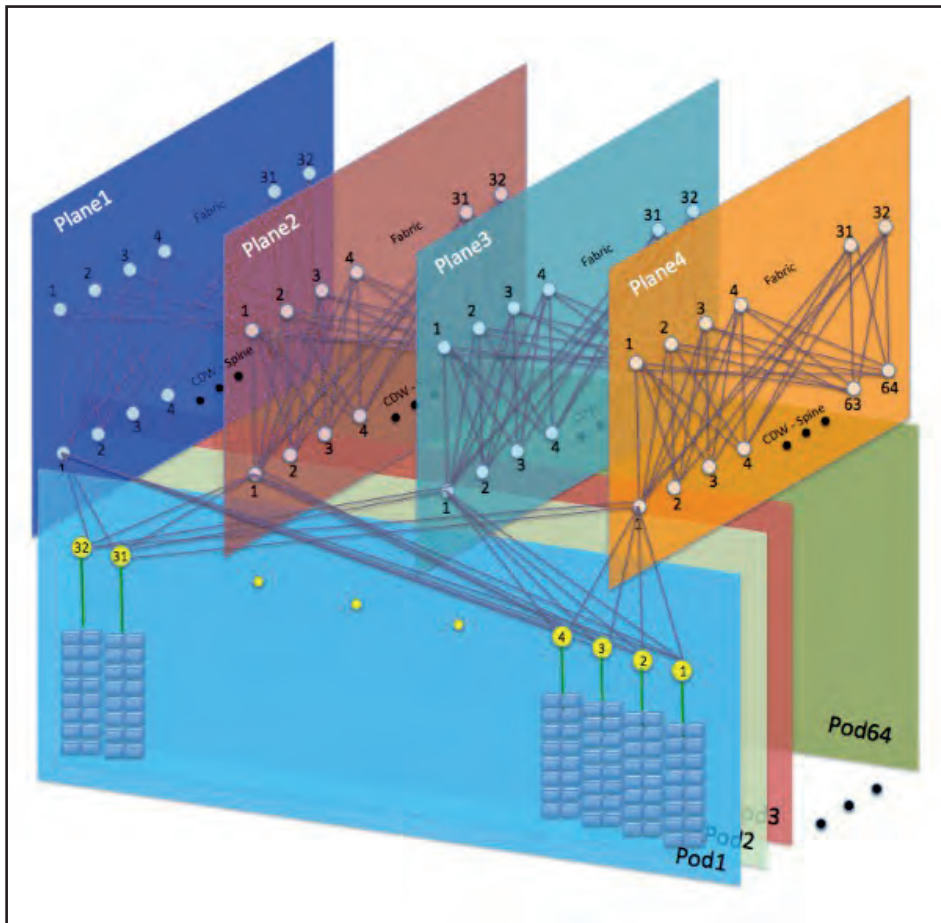


Abbildung 4.2: Architektur mit 64 Pod-Gruppen bei 4 RZ-Ebenen

Quelle: LinkedIn

Zunächst hatte man mit den industriell gelieferten Switches die üblichen Probleme, wie Microbursts oder differierende Latenz. Es gab aber mehr Probleme, die dem einen oder anderen Leser sicherlich auch bekannt vorkommen:

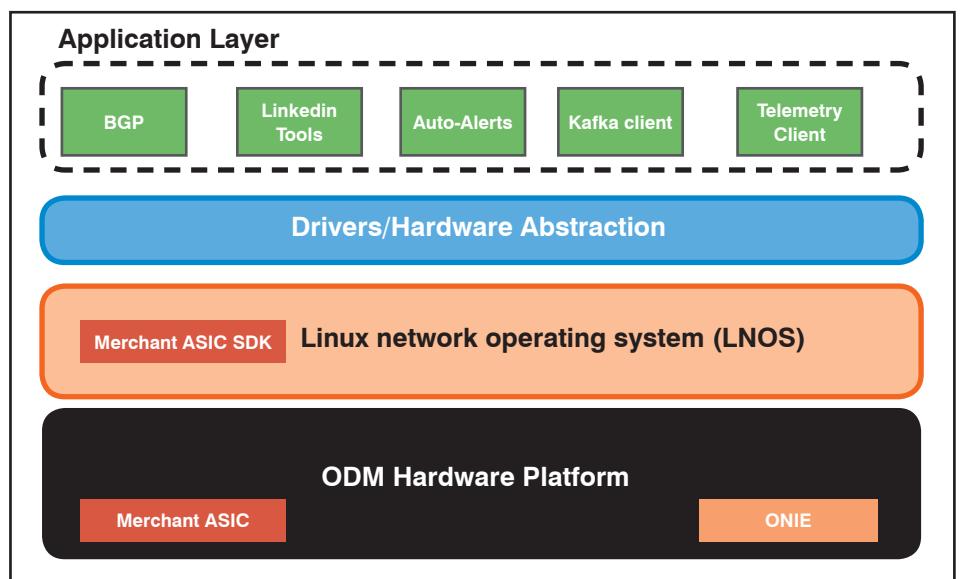
- Komplizierte Erkennung von Problemen in der Hardware, weil Hersteller es meist nicht zulassen, die internen Speicher eines Switches systematisch auszulesen.
- Bugs in der Software, die nicht zeitnah adressiert werden konnten
- Software-Leistungen auf den Switches, die man im eigenen RZ aber nicht benötigt. Das Problem wird dadurch wirklich gravierend, dass die Fehler meist aus den Teilen der Software kommen, die ohnehin nicht gebraucht werden.
- Fehlen einer Linux-Plattform für Automations-Tools wie Chef, Puppet oder CFEngine
- Veraltetes Monitoring und veraltete Logging-Software
- Hohe Kosten für Skalierung von Software-Lizenzen und Support

forderungen, die von den Switches der Hardware-Lieferanten kamen, genauer angesehen und sich gefragt: „Was ist der ideale Switch, den wir gerne hätten und bei dem wir mehr Kontrolle über unser eigenes Schicksal haben?“. Dabei

wurden folgende Dinge als wünschenswerte Eigenschaften identifiziert:

- Auf jeder Hardware-Plattform soll das ausgewählte „merchant silicon“ laufen
- Auf der Switching-Plattform sollen einige der gleichen Infrastruktur-Software-Elemente und Tools laufen, die auch bei den eigenen, standardisierten Servern verwendet werden, z.B. für Telemetrie, Alarmer, Logging und Sicherheit
- Schnelle Antworten auf Anforderungen und Änderungen
- Fortschrittliche DevOps Operationen so dass die Switches wie Server laufen können und sich mit diesen eine einheitliche Automations- und Betriebs-Plattform teilen
- Grenzenlose Optionen für Programmierbarkeit
- Schnellere und bessere Innovationszyklen
- Bessere Kosten-Kontrolle für Hard- und Software

Während der Entwicklungsphase konnte das Team eine Disaggregation von Hard- und Software beobachten. Der ODM (Original Device Manufacturers) Markt hat die Hardware für jeden geöffnet, der die von den ODMs gebauten Switches kaufen wollte. Es wurde nicht länger Switches exklusiv für die Switch-Hersteller der bekannten Marken gebaut. Das ermöglicht, dass ein Unternehmen Switches von einem ODM Supplier kaufen kann und dann Software daraufsetzt, die eben passt. Letztlich bedeutet es sogar, dass man mit verschiedenen Chip-Anbietern arbeiten kann und den vollen Zugriff auf die Programmierung des Chipsets bekommt.



Die Arbeitsgruppe hat sich diese Heraus-

Abbildung 4.3: Software-Struktur von LinkedIn für den Switch-Betrieb

Quelle: LinkedIn

Das RZ-Netz der Zukunft - Teil 2: 25/50/100 GbE-Switching und die 100G-Transformation

Nach rund einem Jahr Arbeit hat die Arbeitsgruppe folgende grundsätzliche Architektur entworfen. (siehe Abbildung 4.3) Die Anwendungs-Schicht ist diejenige Ebene, wo man sich darum bemüht, Tools zu nutzen, die es in der Server-basierten Infrastruktur von LinkedIn bereits gibt. „LinkedIn Tools“ ist ein Array von Infrastruktur-Automations-Tools, welches dazu benutzt wird, Konfiguration und Automation zu verwalten. Auto-Alerts ist ein Monitoring und Alarm Client, der an die Re-Mediations-Plattform Nurse gebunden ist. Die Anwendungs-Schicht des Switches unterstützt auch den Kafka-Client. Kafka ist ein Messaging Pipelining System mit Veröffentlichungs- und Abo-Funktionalitäten, das von LinkedIn für generelle Maßnahmen genutzt wird. Ein Telemetrie-Client kooperiert eng mit dem Chip, um hochwertige Puffer-Statistiken zu bekommen. Der Switch selbst sieht dann wenig spektakulär aus. (siehe Abbildung 4.4)

Auf der weiteren Agenda der Arbeitsgruppe steht die Entwicklung einer Switch Abstraction Schnittstelle.

Zwischenfazit: die Nutzung von ODM Hardware ist zwar möglich, zieht aber einen enormen Arbeitsaufwand nach sich.

5. Konsequenzen für die RZ-Netze in Unternehmen und Organisationen

In den verschiedenen Unterkapiteln haben wir ja bereits jeweils ein oder mehrere Zwischenfazits gezogen, so daß wir das hier kurz und schmerzlos halten können.

Niemand wird leugnen, dass sich die Anforderungen auch an privat betriebene RZs und deren Netze in Zukunft massiv verändern werden. Wie stark das sein wird, hängt sicher von jedem Unternehmen oder jeder Organisation und den jeweiligen Zielen ab. Vieles wird sicherlich in Cloud-Umgebungen verlagert werden, wobei man natürlich auf enorm hohe Sicherheit, aber auch hinreichende Leistung achten muss. Das hört sich zwar wie eine Sammlung von Allgemeinplätzchen an, trifft aber leider den Kern. Viele ältere Anwendungen werden aber auch nach wie vor lokal betrieben. Ein Migrationszeitraum kann nicht allgemein angegeben werden, das können 1 bis 2, aber auch durchaus 15 bis 20 Jahre sein.

Weiter ist zu konstatieren, dass auch in diesen zwei umfangreichen Artikeln längst nicht alle Aspekte dargestellt und ausreichend beleuchtet werden konnten. Das betrifft nicht nur die Kopplung von

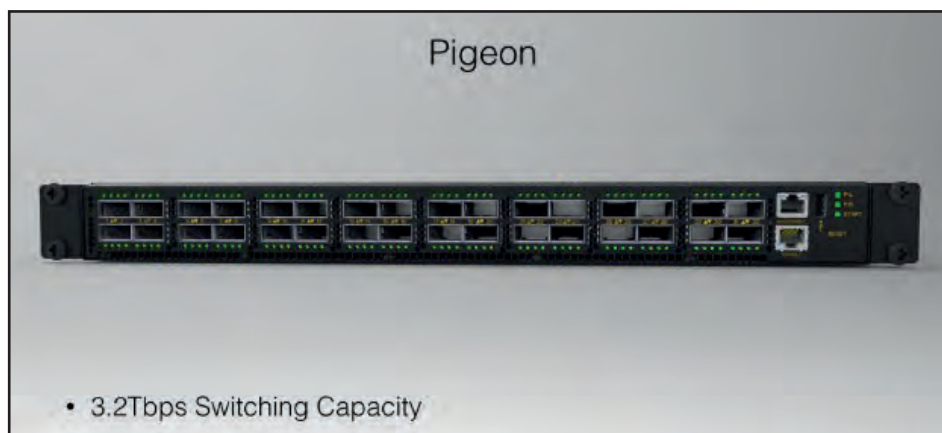


Abbildung 4.4: Pigeon

Quelle: LinkedIn

RZs oder die Konsequenzen und Möglichkeiten des Einsatzes neuer Konzepte wie Container, sondern vor allem auch Fragen des Umgangs mit unterschiedlichen Cloud-Konzepten. Es wird sich zeigen, dass kein Unternehmen letztlich mit der Anbindung an nur eine Cloud auskommt, weil interessante Anwendungen von ihren Herstellern natürlich an eigene Cloud-Konzepte gebunden werden. Sehr viele Unternehmen nutzen gerne Microsoft Office. Die Cloud-Versionen haben Vorzüge, werden aber kaum an anderen Stellen als der Microsoft-Cloud gut laufen. SAP bietet ebenfalls extrem beliebte Anwendungssoftware, natürlich mit der Unterstützung aus der Cloud des eigenen Unternehmens. IBM wird es nicht wirklich gerne sehen, wenn man Lösungen für Smart Cities auf Amazon AWS betreiben möchte. Ich kann mich ja irren, aber die Zukunft liegt ganz offensichtlich in einer Multi-Cloud-Umgebung. Wie werden wir damit umgehen? Colocation Anbieter wie Digital Realty oder Equinix haben für diesen Zweck bereits Schnittstellen entwickelt, mit denen ein Kunde nach Angaben der Anbieter auf unterschiedliche Public Clouds gleichzeitig zugreifen kann. Einen Bedarf gibt es also offensichtlich schon jetzt.

Eine erfreuliche Botschaft ist, dass uns bei diesen ganzen Bemühungen eine Vielzahl ganz neuer Techniken, aber auch konsequente Weiterentwicklungen von Techniken, die wir bereits seit Jahrzehnten kennen und schätzen gelernt haben, zur Verfügung stehen wird. Bei einem Anwender kann es sein, dass die Nutzung von SDN zu strahlenden Ergebnissen führt, bei dem nächsten gibt es nur Ärger. Die Gründe können vielfältig sein, wichtig erscheint mir aber auch, darauf hinzuweisen, dass man nicht ein ganzes Heer dringend benötigter Spezialisten für die neuen Technologien einfach aus dem Boden stampfen kann. In wieweit NFV inte-

ressant ist, hängt ebenfalls vom Einzelfall ab. Wie auch immer wird man den Grad der Automation beim Betrieb deutlich erhöhen müssen. Provider haben heute schon die Situation, dass sich ohne Automatismen die notwendigen Änderungen, Umkonfigurationen und Anpassungen z.B. für die Einführung neuer Dienste nicht mehr bewältigen lassen würden. Früher oder später wird auch jedes „normale“ Unternehmen vor diesem Problem stehen.

Da ist es eigentlich beruhigend, dass uns wenigstens auf der technischen Ebene der Datenübertragung die Weiterentwicklung höchst vertrauter Systeme zur Verfügung steht, und das auch noch zu schon jetzt als günstig zu bezeichnenden Kosten. Mit einem angemessenen Gesamtdesign können wir hier die für alle weiteren Schritte dringend benötigte Standardisierung durchsetzen. Ob dann das Ganze nun mit Switches vom Marken-Hersteller und dessen üblicher Software oder mit Bare Metal, selbst geschriebenem SDN-Code und einem offenen Betriebssystem läuft, hängt schlicht und ergreifend davon ab, ob man (sich) den Entwicklungsaufwand leisten kann. Ich denke, dass es nicht so schnell zu erwarten ist, dass jemand allgemein brauchbare vorgefertigte modulare Open Source Lösungen über die Welt ausschüttet. Darauf warten wir eigentlich schon über 30 Jahre, warum sollte das ausgerechnet jetzt kommen, wo alle bekannten Hersteller von Netzwerk-Komponenten letztlich um jeden Schnipfel Marktanteil kämpfen?

Wichtig ist es vor allem, die eigenen Ziele ganz genau zu definieren und dann in Ruhe zu überlegen. Wir können leider seriös keine für alle passenden Wahrheiten mehr für die nächsten 5 oder mehr Jahre geben, dafür hat sich der Problemerkis „RZ-Netz“ zu sehr individualisiert. Also sollten wir darüber angemessen diskutieren!

Standpunkt

Ein Zertifikat für WLAN Clients?

Der Standpunkt von Dr. Joachim Wetzlar greift als regelmäßiger Bestandteil des ComConsult Netzwerk Insiders technologische Argumente auf, die Sie so schnell nicht in den öffentlichen Medien finden und korreliert sie mit allgemeinen Trends.

Sie erinnern sich an meinen vergangenen Standpunkt? Darin berichtete ich über ein fahrerloses Transportfahrzeug (FTF), das sich im WLAN außergewöhnlich verhielt. Unter anderem stellte ich fest, dass der WLAN-Adapter des FTF andere Bitraten verwendete, als von den Access Points vorgegeben. Nun werden Sie sagen: Wofür gibt es die Wi-Fi Alliance? Die ist schließlich dafür da, die Interoperabilität von WLAN-Komponenten zu testen. Solange ich Access Points und Endgeräte einsetze, die von der Wi-Fi Alliance zertifiziert sind, sollte es doch keine Probleme geben, oder?

Nun, haben Sie mal versucht, Wi-Fi-Zertifikate der Endgeräte zu finden, die bei Ihnen eingesetzt werden? Die Seite <http://wi-fi.org> gibt Auskunft. Nur leider sind viele Endgeräte nicht zertifiziert. Wenn überhaupt, sind es die darin verbauten WLAN-Adapter. Geräte für den Einsatz in Fertigungsumgebungen (FTF, Handscanner, mobile Terminals, Drehmomentschlüssel usw.) verfügen nur selten über ein Wi-Fi-Zertifikat.

Das Verhalten des WLAN-Endgeräts bezüglich des WLAN-Medienzugangs – darauf beziehen sich die Tests der Wi-Fi Alliance – ist jedoch nur die eine Seite. Die andere Seite ist die Anwendung. Viele Anwendungen scheinen im Labor entwickelt worden zu sein. Dort scheint es WLANs zu geben, die exklusiv für die Entwickler bereitstehen. Es braucht sich also niemand Gedanken über Auslastung und Antwortzeiten zu machen. Und dann entstehen zum Beispiel FTF, die zig mal pro Sekunde winzige Datenpakete untereinander austauschen. Wohlgermerkt, die FTF, die ich meine, fahren autonom. Sie kennen also ihre Position und erkennen Hindernisse dank zahlreicher Sensoren. Das WLAN wird eigentlich nur zur Übertragung von Fahraufträgen bzw. zur Statusabfrage gebraucht. Alle paar Sekunden ein Kommunikationsvorgang sollte dafür ausreichen.

Weil also erstens wahrscheinlich kein Wi-Fi-Zertifikat existiert und möglicherweise zweitens die Anwendung ungünstig für Ihre WLAN-Umgebung ist, sollten Sie WLAN-Endgeräte besser selbst zertifizieren! Ihr Zertifikat wird dann zur Voraussetzung dafür, dass ein WLAN-Endgerät in ih-



rem WLAN in Betrieb genommen werden darf. WLAN-Endgeräte dürfen nur unter der Bedingung „ausgerollt“ werden, dass sie den Test bestanden haben.

Was sollte man im Rahmen solcher Tests untersuchen? Ich nenne einige Beispiele:

- Kann sich das Endgerät am passenden Unternehmens-WLAN anmelden? Lassen sich die entsprechenden Zertifikate installieren?
- Kann verhindert werden, dass ein Unbefugter die Konfiguration des Geräts verändert?
- Wie verhält sich das Endgerät beim Roaming? „Klebt“ es am einmal gewählten Access Point oder sucht es rechtzeitig einen neuen? Welche Möglichkeiten zur Parametrierung bestehen und welche Einstellungen empfehlen Sie letztlich dem Gerätebetreiber?

- Harmoniert das Endgerät mit den Produkten für DNS und DHCP, die Sie bereitstellen? Löst das Endgerät überhaupt Namen per DNS auf oder müssen IP-Adressen fest eingetragen werden? Ist das Endgerät bereits für IPv6 geeignet?

- Wie verhält sich das Endgerät, wenn die zugewiesene IP-Adresse bereits vergeben ist? Erfahrungsgemäß werden gerade in Automatisierungssystemen IP-Adressen fest eingestellt. Fehler bei der Adressvergabe können somit die Verfügbarkeit anderer Anwendungen gefährden.

- Wie kommuniziert die Anwendung auf dem Endgerät? Ist das Kommunikationsverhalten für die Zwecke der Anwendung angemessen (siehe mein FTF-Beispiel von oben)?

- Versucht das Endgerät gar, Kontakt zu Zielen im Internet aufzunehmen?

Viele weitere Tests sind denkbar. Am Ende stehen Sie vor der schwierigen Aufgabe, die Ergebnisse zu bewerten und möglicherweise ein „No-Go“ auszusprechen. Wahrscheinlich werden Sie das Gespräch mit dem Hersteller suchen, damit der das Endgerät optimiert und bestmöglich auf Ihre Umgebung anpasst.

Wie dem auch sei, das Etablieren eines Prozesses für die Zertifizierung von WLAN-Endgeräten wird den Austausch zwischen Anwendungs-Entwicklung bzw. -Betrieb und der Infrastruktur fördern. Ohne diesen Austausch wird es zukünftig nicht mehr gehen. Die Nutzer der Datenautobahn müssen frühzeitig mit deren Möglichkeiten und Grenzen vertraut sein.

Seminar

Wireless LAN professionell
03.04. - 05.04.2017 in Bonn

Dieses Seminar vermittelt den aktuellen Stand der WLAN-Technik und zeigt die in der Praxis verwendeten Methoden für Aufbau, LAN-Integration, Betrieb und Optimierung von WLANs im Enterprise-Bereich auf. Die verschiedenen WLAN-Varianten werden analysiert, die Markt- und Produktsituation bewertet, und Empfehlungen für eine optimale Auswahl gegeben.

Referenten: Dipl.-Ing. Stephan Bien, Dipl.-Ing. Michael Schneiders
Preis: € 1.890,- netto



Buchen Sie über unsere Web-Seite

www.comconsult-akademie.de

Aktuelle Sonderveranstaltung

Implementierung von IPv6 – Erkenntnisse und Erfahrungen

22.05.2017 in Bonn

Die ComConsult Akademie veranstaltet am 22.05.2017 ihre Sonderveranstaltung "Implementierung von IPv6 – Erkenntnisse und Erfahrungen" in Bonn.

IPv6 Projekte sind angelaufen. IPv6 existiert nicht mehr nur in Forschungsumgebungen, bei den Providern und in Testnetzen von Unternehmen. Immer mehr Firmen haben mit der Migration begonnen, von DAX 30 bis Mittelständler, von Finanzinstituten bis zur Fertigung. Nicht nur der Internet-Auftritt, der Provider-Anschluss und die Homeoffice VPNs werden migriert. Auch in den Unternehmen selbst hat die Migration begonnen. Profitieren Sie in dieser Sonderveranstaltung von den Erfahrungen, die bei laufenden Projekten gesammelt wurden.

Inhalte

Adresskonzept

- Welche Alternativen stehen zur Verfügung
- Was sind die Vor- und Nachteile
- ULA, PI oder PA: wie sich unsere Kunden entscheiden

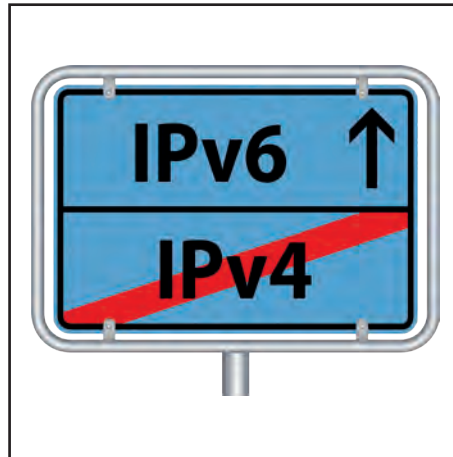
Zuweisung von IPv6 Adressen

- Welche Verfahren stehen zur Verfügung
- Wie integriert man Komponenten, die kein DHCPv6 unterstützen

LAN-Architektur

- Redundanzverfahren: VRRP, HSRP
- Routing von IPv6

Umgang mit QoS bei IPv6



- Wie weit sind die Hersteller
- Was funktioniert herstellerübergreifend und was nicht

Migration der Internetpräsenz

Migration von Anwendungen und Appliances

Externe Anbindungen

- WAN
- Internet-Provider
- Internet-VPN
- Partnerunternehmen

First-Hop-Security

Organisation eines IPv6 Rollouts

- Planung des Vorgehens, was muss wann entschieden werden
- Welche Abteilungen sind in welcher

Projektphase gefordert

- Wo existiert Schulungsbedarf

Einführung von IPv6 im Dual-Stack-Betrieb bei der ComConsult Beratung und Planung GmbH

- Logischer Netzaufbau
- IPv6-Kompatibilität von Hard- und Software
- Bekannte Probleme
- IPv6-Adressbeschaffung (LIR, sponsoring LIR?, Global Unicast oder Unique Local?)
- IPv6-Adresskonzept
- Zonenkonzept
- Übergangsmechanismen (Dual Stack, Tunnelmechanismen, NAT64)
- Testumgebung: Erkenntnisse, Hürden, Lösungen
- Dokumentation
- Einführung Dual-Stack-Betrieb

In diesem Seminar lernen Sie

- Welche Entscheidungen wann getroffen werden müssen
- Welche Komponenten im Netzwerk in welcher Reihenfolge migriert werden
- Wie man ein IPv6 Projekt planerisch und organisatorisch umsetzt
- Worauf – Stand heute – in Multivendor-Umgebungen zu achten ist
- Wie man die IPv6 Migration in den Lifecycle von Hard- und Software integriert
- Warum ein Migrationsprojekt nicht so teuer ist, wie viele annehmen
- Wo mit Schwierigkeiten zu rechnen ist und wo nicht

Anmeldung an kundenservice@comconsult-research.de

Sonderveranstaltung: Implementierung von IPv6 – Erkenntnisse und Erfahrungen

Ich buche die Sonderveranstaltung
Implementierung von IPv6 – Erkenntnisse und Erfahrungen
 22.05.2017 in Bonn

zum Preis von € 1.090,- netto

Bitte buchen Sie mir ein Hotelzimmer

Vorname

Nachname

Firma

Telefon/Fax

Straße

PLZ, Ort

eMail

Unterschrift



Buchen Sie über unsere Web-Seite

www.comconsult-akademie.de

Internet of Things – die vierte industrielle Revolution - Teil 4

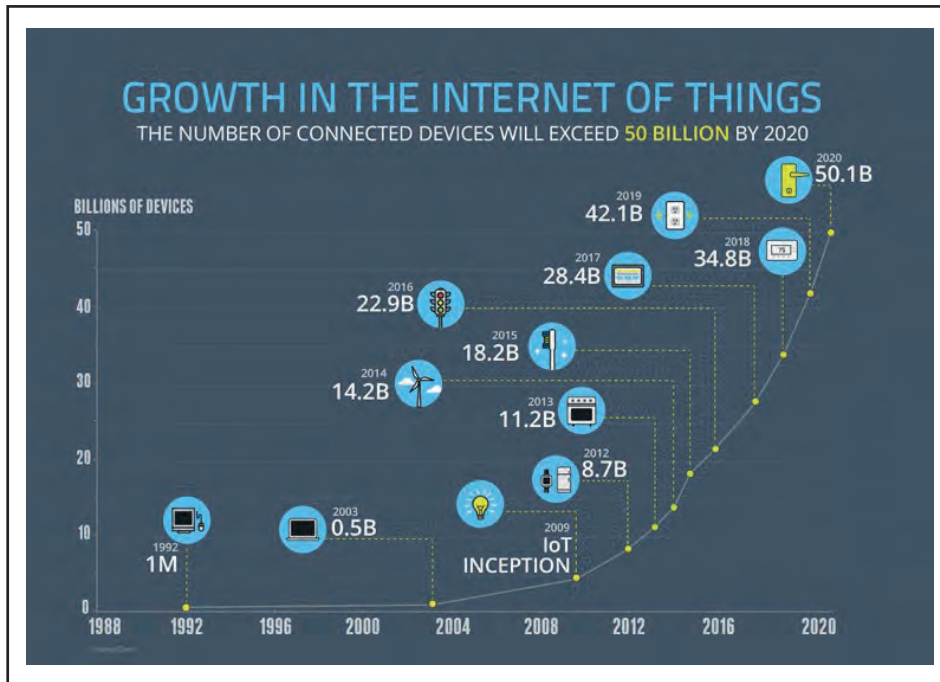


Abbildung 5.2: IoT Roadmap vernetzter Objekte

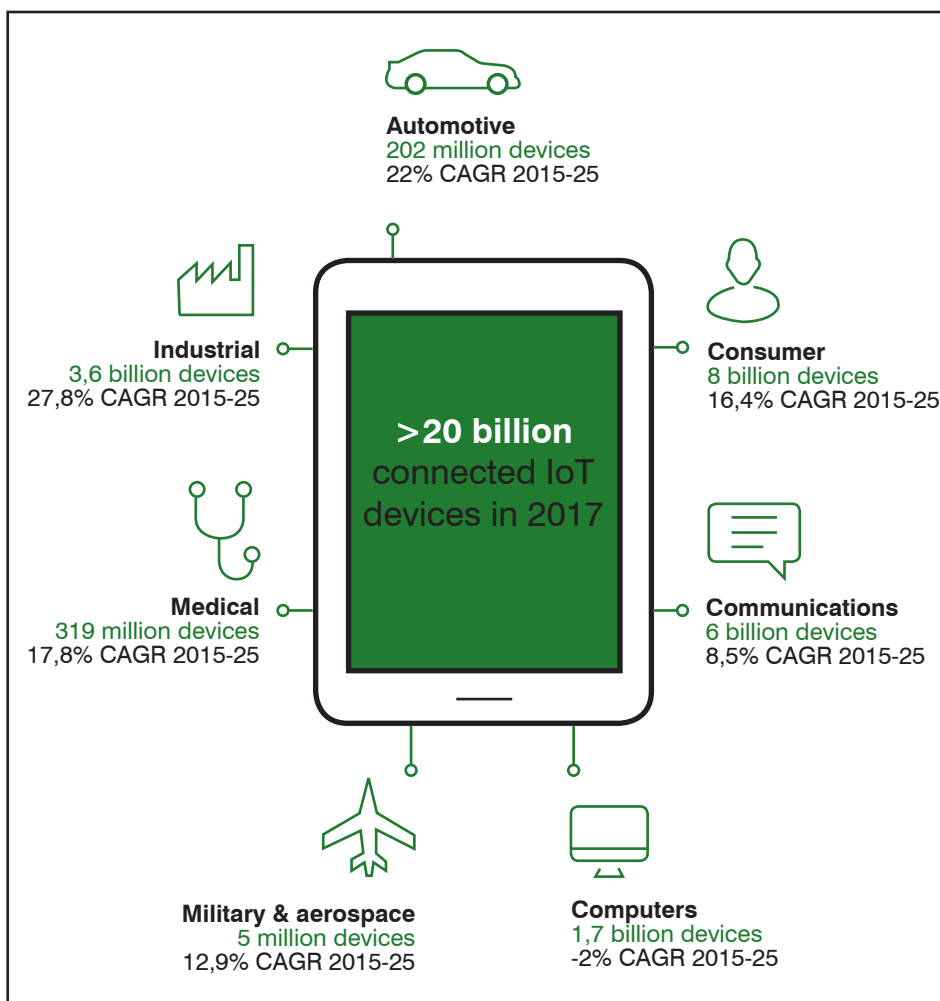


Abbildung 5.3: Verteilung vernetzter Objekte auf verschiedene Märkte

te in Aussicht gestellt (nun ja – hier bleibt für beide Bereiche abzuwarten, ob der neue Präsident Trump dies weiterhin für gut befindet ...). In Europa stellt das Horizon 2020 Programm knapp 70 Millionen EUR für ein Städtebeleuchtungs-Projekt zur Verfügung, für Nachhaltigkeit in Städten mit naturnahen Lösungen werden 44 Millionen EUR ausgelobt.

Funktechnologien und der Internet of Things Markt

Funkverbindungen und mobile Geräte sind Kernfaktoren des IoT Marktes. Wi-Fi ist hier mit IEEE 802.11ad (auch als Wi-Gig oder MGWS zu finden) im High End Bereich der Funktechnologien einzuordnen. Smart Home Plattformen erreichen durch die zunehmende Adaption von Wi-Fi als Standard-Konnektivität Interoperabilität und werden bis 2020 die Steuerung von 319 Millionen vernetzten Geräten übernehmen. Wi-Fi-fähige Home Anwendungen werden von 37 Millionen in 2017 bis 2020 auf 221 Millionen anwachsen – das entspricht einem traumhaften CAGR von 82 Prozent. Eine Übersicht über den Smart Home Bereich zeigt Abbildung 5.4.

Aber nicht nur Wi-Fi, sondern auch WAN-Technologien im Low End Bereich wie LPWAN werden sich zu starken Treibern für den Internet of Things Markt entwickeln: verspricht das Low Power WAN doch niedrige Kosten, niedrigen Strombedarf und hohe Reichweite für Netze, die Millionen von Geräten zusammenschalten können, die vorher praktisch unnetzbar waren.

LPWAN entwickelt sich somit zu einer starken Konkurrenz für die Short Range Verfahren (Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee und ähnliche), da das Verfahren zum einen kostengünstiger und einfacher ist, zum anderen eine höhere Reichweite hat. Smart Metering, Smart Building, intelligente Agrikultur (Smart Farming) und Umgebungs-Sensoren nutzen Low Power WAN Verfahren. (siehe Abbildung 5.5)

Auch im 5G Funkmarkt gibt es einige heiß gehandelte IoT Anwendungs-Szenarien: Intelligente Agrikultur nutzt seit einigen Jahren in erheblich steigendem Maß vernetzte Sensortechnologien mit LPWAN Vernetzung. Das reicht von einfacher Wassertanküberwachung bis hin zu speziellen Sensoren, die den Feuchtigkeitsgrad und die chemische Zusammensetzung des Bodens überwachen können. Darüber hinaus ist Landwirtschaft einer der größten prognostizierten Märkte für Drohnen-Einsatz.

Höhere (5G) Datenraten werden Video-

Internet of Things – die vierte industrielle Revolution - Teil 4

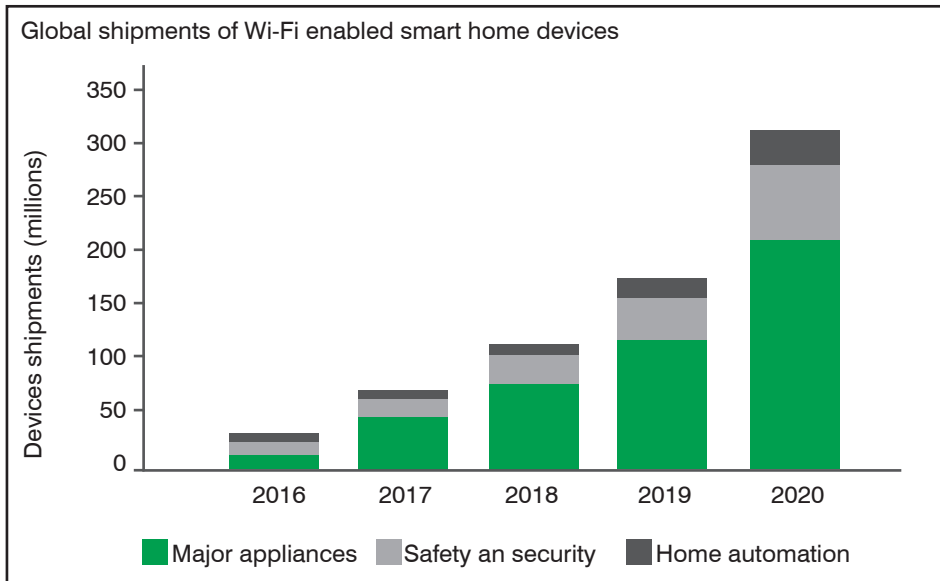


Abbildung 5.4: Markt für Wi-Fi-fähige Smart Home Geräte
Quelle: IHS Markit: IoT Trend Watch 2017, S. 13

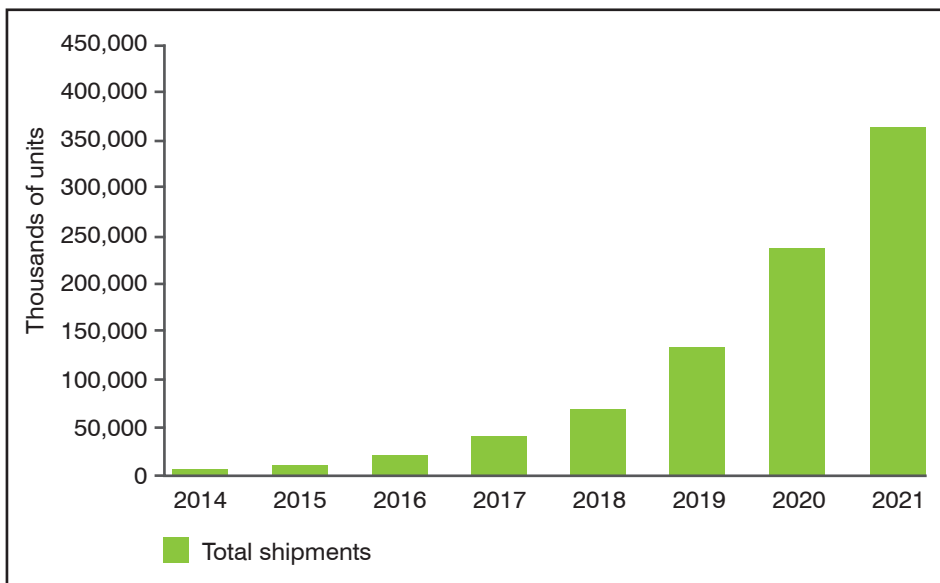


Abbildung 5.5: Globaler LPWA Markt
Quelle: IHS Markit 2016

und Datenstreaming-Dienste für Fahrzeug-Assistenzsysteme (ADAS) und Autonomes Fahren ermöglichen. Hieraus werden Mehrwert-Dienste wie HD Karten, Lokalisierung von Fahrzeugen, Fußgängern und sonstige Gegenständen resultieren. Bei Level 4 Fahrzeugen kommen natürlich auch noch Unterhaltungs-Mediendienste hinzu.

Wenn Sie die schiere Größe einiger Konferenzen und die Komplexität mancher Sportereignisse betrachten, könnte Augmented Reality (AR) das Zuschauer-Erlebnis deutlich steigern. Dies setzt allerdings die flächige Verbreitung, Nutzung und Vernetzung von Smartphones in ei-

nem deutlich höheren Maß voraus, als dies heute der Fall ist.

Die Nutzung von Drohnen könnte die öffentliche Sicherheit vergleichsweise kostengünstig erheblich verbessern. Diese Nutzung erstreckt sich auf Bereiche wie polizeiliche Aufklärung, Anti-Terror-Einsätze, Massen-Unruhen, Streifen-Einsätze, Rettungsmaßnahmen, Verkehrsregulierung, Stauwarnungen oder auch Wetterdienste und hochlokalisierte Unwetterwarnungen.

Bis 2020 werden etwa 2,1 Milliarden Geräte über traditionelle Funkzellen, 2,7 Milliarden Geräte mit Low Power WAN und

3,3 Milliarden Geräte mit WLAN Funktionalität vernetzbar ausgeliefert worden sein. Damit steigt die Anzahl funkvernetzter IoT-Geräte von heute 6,2 Milliarden auf 8,1 Milliarden.

Technologien, die die nächsten Jahre prägen

Die Blockchaining Technologie betrachten viele Experten als das fehlende Bindeglied, um Skalierbarkeit, Vertraulichkeit und Zuverlässigkeit für Internet of Things zu handhaben. Mit Blockchaining lassen sich Milliarden vernetzter Geräte nachverfolgen, lassen sich Transaktionen zwischen verschiedenen Geräten und die Koordinierung verschiedener Geräte ermöglichen. Da Blockchaining ein dezentraler Ansatz ist, beseitigt er Single Points of Failure und steigert somit die Robustheit eines IoT Ecosystems.

Künstliche Intelligenz mit lernfähigen Maschinen / Objekten wird dazu beitragen, TeraBytes von Daten, die Milliarden Objekte respektive Datenpunkte geliefert haben, zu sinnvollen Aussagen zu verdichten und (Verhaltens-)Muster zu erkennen. 2017 wird das Jahr werden, in dem Internet-of-Things-Software über Cloud Dienste, Gateways und Edge Geräte hinweg verteilt wird, auch unter Nutzung von Container-Technologie ("Virtualisierung light"). Mikrodienste werden größere Applikationen in kleinere Module aufsplitten: Jedes Modul unterstützt ein spezifisches Geschäftsziel und nutzt eine einfache, wohldefinierte Schnittstelle (Interface) zur Kommunikation mit anderen Modulen. Container machen diese Technologie über verteilte Architekturen hinweg nutzbar.

Die Zahl der Kommunikationsprotokolle im Medienzugang wird sich weiter vergrößern: zusätzlich zu den bekannten Protokollen Wi-Fi, Bluetooth, LoPWAN, Wi-Max, Ethernet, LTE werden Li-Fi (Licht als Kommunikations-Medium zwischen vernetzten Sensoren), 3GPP's Schmalband (NB-IoT), LoRaWAN (in Europa die ISM-Bänder bei 433 MHz und 868 MHz, in USA 915 MHz) oder auch Sigfox in den Praxistest gehen. Somit sieht sich der IoT-Entscheider etwa 20 Funktechnologien und Protokoll-Optionen gegenüber – oberhalb derer die Kommunikation standardisiert werden muss.

Nach dem Gartner Hype Cycle für Internet of Things 2016 untermauern sieben Technologien den Internet of Things Markt: Datenverbunde und Virtualisierungs-Werkzeuge, IoT Edge Architektur, IoT Integration, IoT Dienstleistungen, Niedrigpreis-Baugruppen, lernfähige Ma-

Internet of Things – die vierte industrielle Revolution - Teil 4

schinen und Master Daten-Management (MDM) für Produktdaten (zu sehen in Abbildung 5.6).

Hierbei sind Datenverbundnetze und Virtualisierungs-Werkzeuge schon deutlich auf dem Weg hinaus aus dem "Tal der Enttäuschung", auch MDM ist auf einem guten Weg dort hinaus. Die hierfür notwendige digitale Transformation der "Dinge" agiert oft mit so genannten digitalen Twins: ein digitaler Twin ist ein dynamisches Software-Modell eines physischen Objekts, das sich auf Sensor-Daten abstützt, um den Objekt-Zustand einzuordnen, auf Änderungen zu reagieren, die Arbeitsweise des Objekts zu verbessern oder allgemein mit Mehrwert anzureichern. Unternehmen können digitale Twins nutzen, um proaktiv Reparaturarbeiten durchzuführen, Wartungsarbeiten und Produktionsprozesse zu planen, Produktions-Fabriken zu steuern oder Produkt-Ausfälle vorauszuberechnen. Aktuell sind digitale Twins auf einen vergleichsweise engen Industrie-Markt beschränkt, aber im Lauf der nächsten zehn Jahre wird ihre Nutzung mit hoher Wahrscheinlichkeit allgemeine Verbreitung finden.

Die IoT Integration befindet sich gerade mangels durchgreifender Standardisierung in voller Talfahrt Richtung Enttäuschung, während sich Maschinen-Lernfähigkeit und low-cost Baugruppen kurz hinter dem Hype-Gipfel befinden.

Zwar sind selbständig fahrende Autos wahrscheinlich das bekannteste Beispiel für lernfähige Maschinen, aber diese Technologie wird Auswirkungen auf jede Automation, Pharma-Forschung, Kundenpflege, vorbeugende Wartung und Fehlererkennung haben. Maschinen-Lernfähigkeit ist eines der beiden Top-Konzepte in der IT, da die ständig wachsende Masse an Datenvolumen und steigende Komplexität in der konventionellen Entwicklung es für "menschliche Wesen" zu einer extremen Herausforderung gemacht hat, auf dem Laufenden zu bleiben. Industrien wie Transportwesen, Energie, Medizin und Produktion werden zukünftig ohne lernfähige Maschinen nicht mehr denkbar sein.

Low-cost Baugruppen sind aktuell für Anwendungen wie 3D Drucker, Roboter und Medizintechnik in Nutzung. Aber sie können genauso für das Prototyping einfacher IoT-Anwendungen zum Einsatz kommen. Nach dem Erfolg der ursprünglichen low-cost Baugruppen beginnen immer mehr Halbleiter-Hersteller, ihre eigenen Spezial-Versionen herauszubringen, die diese Technologie schon über den Hype-Gipfel hinaus in Richtung Talfahrt geschickt hat. Die aktuellen Baugruppen

liefern Funktionalität, und wenn sie sich als praktisch einsetzbar erwiesen haben, wird ein Redesign erforderlich, um sie zuverlässig und kosteneffizient genug für den Massenmarkt zu machen.

IoT Edge Architektur und IoT Dienstleistungen stehen noch vor dem Hype-Gipfel. Die Technikchefs der Unternehmen mögen ja aktuell schon dafür verantwortlich sein, IoT Produkte für alle Geschäftsbereiche zu implementieren, aber bei der vorherrschenden Technologie-Vielfalt ist es schwer bis unmöglich, Mitarbeiter zu finden, die alle denkbaren IoT Initiativen unterstützen und voranbringen können. Dies gilt entsprechend für Dienst- und Beratungsleistungen im Design-, Entwicklungs- und Implementierungs-Umfeld von Internet-of-Things-Lösungen.

Veränderung der alten Arbeitsteilung

Der Stiftungsratsvorsitzende der IEF (Stiftung zur Förderung der Digitalisierung / von Internet of Things in Deutschland) und Chef von United Internet fasst in der Welt (23.02.2017) und in BILANZ (März 2017) die Entwicklung sehr treffend zusammen: In den letzten Jahrzehnten haben wir uns mehr und mehr daran gewöhnt, dass Geräte vorwiegend aus Asien und Applikationen wie Geschäftsmodelle vorherrschend aus den USA kommen. Deutschland dagegen ist eher das Land von Maschinen, Autos und Pharmazeutika. Die Vernetzung von Maschinen und die Entwicklung von Big Data verändert die alte Arbeitsteilung je-

doch massiv: Mit Internet of Things wird die IT als Digitalisierung mehr und Einfluss auf unsere klassischen deutschen Branchen bekommen: Maschinenbau, Autobau, Pharmazeutika-Produktion.

Leistungsfähige Online-Plattformen trennen die etablierten Hersteller von ihren Kunden – das ist heute schon in der Medienbranche, im Tourismus, Verkehr, Handel und der Telekommunikation so festzustellen und wird sich auf immer mehr klassische Bereiche fortsetzen. Die Plattform-Betreiber ziehen einen Teil der Wertschöpfung an sich und setzen neue Branchenstandards. Das ist an sich nicht schlimm – so lange Monopolstellungen verantwortungsbewusst genutzt werden.

Aber: Wollen wir Autos mit einem Betriebssystem von Apple, Google, Facebook & Co., die dann anschließend Anwendungen und Innovationszyklen vorgeben?? Google hat kürzlich eine Preissenkung von 90 Prozent für entscheidende Sensoren und Software für autonomes Fahren angekündigt. Wird das ähnlich wie bei den Smartphones mittelfristig zu einem IoT-Marktanteil von 85 Prozent für Google führen?

Roboter werden das klassische Erwerbsleben radikal verändern – möglicherweise werden zukünftige Generationen nicht mehr von manueller Arbeit als Teil der Wertschöpfungskette leben können. Somit ist auch die Politik gefordert, eine neue Vision des gesellschaftlichen Lebens zu entwickeln!

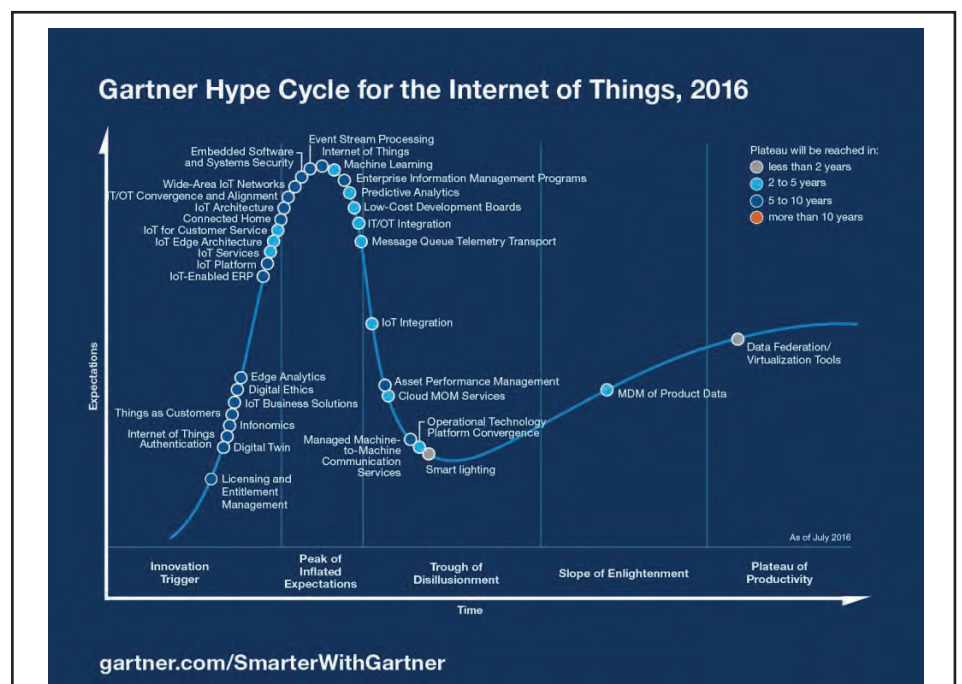


Abbildung 5.6: Gartner Hype Cycle für Internet of Things

Quelle: Gartner

Internet of Things – die vierte industrielle Revolution - Teil 4

Problem Sicherheit: Vorsicht Falle!

Die Welt, 23.10.2016: "Ein Cyberangriff hat amerikanische Internetriesen wie Twitter, Paypal und Amazon lahmgelegt. Sicherheitsexperten zufolge nutzten die Angreifer erstmals internetfähige Haushaltsgeräte für die Attacke. Die Dyn-Attacke am Freitag, bei der Teile des Internets ausfielen, war anders. Den Hackern gelang es, die Schlüsselinfrastruktur zu knacken. Doch [noch] ohne Schäden. Genau das beunruhigt die Experten. ... Die Hacker brauchen dafür den Zugriff auf Computer oder Netzwerkgeräte, die unter ihrem Kommando immer wieder Anfragen an die Server des Ziels schicken. So oft, dass legitime Nutzeranfragen nicht mehr durchdringen oder nur noch extrem verspätet beantwortet werden können. Hacker setzen dafür sogenannte Botnetze ein. Das sind Millionen von Computern, die mit Schadsoftware infiziert wurden. Sie allesamt warten auf das Kommando von wenigen Kontrollservern der Hacker. ... Analysten zufolge waren über 20 Millionen Internetanschlüsse daran beteiligt...

Die Täter setzten für den Angriff keine gewöhnlichen Computer ein, sondern hackten Geräte im Internet der Dinge.

Teil der Zombie-Truppe sind sowohl Haushaltsgeräte als auch Firmentechnik. Der Netzwerkdienstleister Akamai nannte in einer Analyse unter anderen Überwachungskameras, digitale Videorekorder und Beleuchtungssysteme.

Viele der Geräte haben laut einer Analyse des Sicherheitsforschers Brian Krebs gemeinsam, dass sie von einer chinesischen Firma namens XiongMai Technologies hergestellt wurden – und so billig konstruiert sind, dass kein Sicherheits-Update möglich ist. Solange die Geräte am Netz hängen, lässt sich die Cyberwaffe der Hacker nicht außer Gefecht setzen. (Zitat-Ende)"

Die Welt, 04.11.2016:

"Experten berichten von Hunderttausenden von Überwachungskameras, zahlreichen netzfähigen HiFi-Geräte, Babyphonnen und sogar einem Toaster mit Internetzugang, die sich an dem Angriff beteiligt hätten. ... Im Fall der Attacke auf den DNS-Anbieter dyn genügte es, ein winziges Programm namens Mirai auf die Geräte zu schleusen...

Die Strategie ist nicht gerade neu, Netze aus gekaperten Rechnern gehörten seit Jahren ins Angriffsarsenal. Allerdings sind Computernutzer und Serviceprovider inzwischen auf der Hut. Firewalls und Viren-

schutzprogramme gehören vielerorts zum Standard, ebenso wie ein gehöriges Maß Vorsicht beim Streifzug durch das Netz. Für die spezialisierten Geräte, die das Internet der Dinge ausmachen, gilt das in eklatant geringerem Maße, und außerdem fällt es dem Laien kaum auf, wenn etwa sein Babyphon Salven von Anfragen an irgendwelche Server im Netz abfeuert."

Forrester hält diese DDoS Attacke, die etwa 1600 Webseiten betroffen hat, nur für die Spitze des Eisbergs. Sie bestätigt, dass die Angst vor der Verwundbarkeit von IoT Geräten höchst berechtigt ist – weisen IoT-Geräte doch viele Sicherheitslücken auf, die in der klassischen IT längst und nachhaltig geschlossen wurden! Low cost low security – oder: um Sicherheit kümmern wir uns später.

Ein weiterer Fall sind Keyless Schlüsselsysteme für Autos (ging in 2016 mehrfach durch die Medien): Für Autodiebe ist es ein Leichtes, aus geringer Entfernung die Daten abzufangen, die der Schlüssel über Funk ans Auto überträgt. Während der Besitzer im Supermarkt einkauft, fährt er in aller Ruhe mit dem Auto weg – ohne einen Pieps der Alarmanlage, da ja die korrekte Schlüsselsequenz übertragen wurde! Die Autobauer spielen das Problem mit der Aussage herunter, es seien hier keine nennenswerten Diebstahlsfälle bekannt geworden; die Kriminalpolizei erzählt hier jedoch etwas ganz Anderes...

Insbesondere im Bereich Smart Homing und Consumer Geräte, ist die schöne

neue Welt der vernetzten Dinge jedoch nicht immer unbedenklich, wie die Puppe "Cayla – deine Freundin" zeigt. (zu sehen in den Abbildungen 5.7 und 5.8)

Die Welt schreibt am 20.02.2017:

"Sie hat blaue Kulleraugen, lange blonde Haare und ein unschuldiges Lächeln auf den Lippen: My friend Cayla ist mehr als eine gewöhnliche Puppe, sie will Kindern eine echte Freundin sein. Cayla kann Fragen beantworten: "Soll ich mir die Nägel lackieren?" etwa, oder "Magst du Tiere?". Doch das smarte Spielzeug ist in Deutschland nun verboten. Denn es ist nicht nur dazu in der Lage, vermeintliche Unterhaltungen mit Kindern zu führen – sondern sie auch abzuhören...

Damit Kinder sich mit My Friend Cayla unterhalten können, wird die Puppe über Bluetooth mit einem Smartphone verbunden. Ein verstecktes Mikrofon nimmt die Frage der Kinder auf, eine App wandelt diese in Text um. Dann wird eine Antwort im Internet gesucht - und die Puppe antwortet über einen Lautsprecher...

Die Bundesnetzagentur stuft My Friend Cayla als getarnte, sendefähige Anlage ein. Nach Paragraph 90 des Telekommunikationsgesetzes fallen darunter Geräte "die mit Gegenständen des täglichen Gebrauchs verkleidet sind", aber dazu geeignet sind, andere unbemerkt abzuhören. "Cayla erfüllt diese Bedingungen", sagte Bundesnetzagentur-Sprecher Olaf Peter Eul der "Welt". Auch wenn die Puppe nicht



Abbildung 5.7: Die Puppe Calya

Quelle: Spiegel, Saarbrücker Zeitung, 18.02.2017

Internet of Things – die vierte industrielle Revolution - Teil 4



Abbildung 5.8: Calya ist über Bluetooth mit dem Internet vernetzt

Quelle: N24

explizit zum Ausspionieren missbraucht wird, gefährdeten ihre technischen Gegebenheiten schon Persönlichkeitsrechte.

Deshalb geht die Bundesnetzagentur bereits seit einigen Wochen gegen Cayla, die in Deutschland vom Unternehmen Vivid vertrieben wird, vor. "Die ersten Puppen wurden bereits vom Markt genommen", sagt Eul. Die Behörde gehe auf Hersteller und Händler zu...

Der Präsident der Bundesnetzagentur, Jochen Homann, hatte bereits kürzlich vor der Wirtschaftspublizistischen Vereinigung in Düsseldorf vor dem Spielzeug gewarnt. "Wer die sprechende Puppe Cayla kennt, weiß dass diese Form der Alltagsspionage schon in die Kinderzimmer vorgedrungen ist", sagte er...

Homann kritisierte eine massenhafte Erfassung, Verknüpfung und Auswertung von persönlichen Daten, die immer genauere Einblicke in die Gewohnheiten der Verbraucher ermöglichen. Als weitere "extreme Beispiele" fürs Aushorchen der Konsumenten nannte er sprachgesteuerte smarte Fernseher oder digitale Assistenten, die Gespräche mithören und an Dritte weitergeben könnten, ebenso Minikameras in Rauchmeldern oder Kugelschreiber."

Trotzdem sind unsere Spiel-Kinder (die kleinen und die großen) ganz heiß auf digitales Spielzeug! Da hilft nur massive Aufklärung und kritische Distanz.

Fazit: Damit Internet of Things tatsächlich nutzbar wird und bleibt, müssen massive finanzielle Investitionen unternommen werden, um IoT Geräte sicherer zu machen.

Aber es gibt Hoffnung: Laut IHS Markit werden Unternehmen in 2017 weltweit mehr

als 750 Millionen USD für verteilte Firewalls ausgeben, die SCADA, Industriekontrollsysteme und IoT Umgebungen schützen. Chiphersteller werden mehr als 740 Millionen USD mit dem Verkauf von sicheren Co-Prozessoren für IoT Geräte umsetzen. Auch wenn diese sicheren Co-Prozessoren nur einen winzigen Teil der IoT-Lösungen ausmachen – es ist immerhin ein Anfang vom Weg in die richtige Richtung.

Abkürzungen

3GPP	3rd Generation Partnership Project
ADAS	Advanced Driver Assistance Systems
AR	Augmented Reality
BAN	Body Area Network
CAGR	Compound Annual Growth Rate
DOT	Department of Transportation (USA)
IEF	Internet Economy Foundation
HD	High Definition
LPWAN	Low Power WAN
LoRaWAN	Long Range WAN
LTE	Long Term Evolution
MDM	Master Data Management
MGWS	Multiple Gigabit Wireless Systems
NB-IoT	Narrowband-IoT
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
WAN	Wide Area Network
WLAN	Wireless LAN
WiFi	Wireless Fidelity
WiGig	Wireless Gigabit

Kongress

**ComConsult Netzwerk Forum 2017
27.03. - 30.03.2017 in Köln**

Das ComConsult Netzwerk-Forum 2017 stellt die vier momentan dominantesten Netzwerk-Themen in den Mittelpunkt der Veranstaltung: Anwendungs-Architekturen und Kommunikation im Rechenzentrum, Netzwerk-Design und Optimierung des Betriebs, WLAN-Design und die Herausforderungen neuer Standards, Netzwerk-Sicherheit in einem Cloud-Umfeld.

Der optionale vierte Tag des ComConsult Netzwerk Forums widmet sich traditionell einem Schwerpunktthema, welches wir gemeinsam mit Ihnen intensiv beleuchten möchten. In diesem Jahr steht das Thema „Netzwerksicherheit: Bedrohungen, Herausforderungen, Trends und Best Practice“ im Fokus.

Moderation: Dr. Jürgen Suppan

Preise: € 2.790,- netto - 4-tägige Veranstaltung mit Thementag
€ 2.390,- netto - 3-tägige Veranstaltung ohne Thementag

 Buchen Sie über unsere Web-Seite
www.comconsult-akademie.de

ComConsult Veranstaltungskalender

RZ-Kopplung: Georedundanz für Rechenzentren, 13.03.2017 in Berlin

Garantietermin

Die gestiegene Bedeutung von zentralen IT-Systemen für Unternehmen und gesetzliche Vorgaben erfordern geo-redundante Standorte von Rechenzentren. Für die Bereitstellung und den Betrieb der Rechenzentrums-Kopplung wird besonderes Know-how und strategische Planung benötigt. In diesem Seminar werden die aktuellsten Technologien und Anforderungen vorgestellt und ein optimales Gesamtkonzept beschrieben.

Preis: € 1.090,-- *

Aufbau und Management von Internet-DMZ und internen Sicherheitszonen, 13.03. bis 15.03.2017 in Berlin

Garantietermin

Die IT-Sicherheit für die Internet DMZ und internen Sicherheitszonen werden in diesem Seminar von Experten aus der Praxis vorgestellt und anschaulich erklärt. Verschiedene IT-Architekturen und Konzepte werden analysiert und auf ihre Praxistauglichkeit untersucht. Die Umsetzung anhand konkrete Projektbeispiele runden die Schulung ab.

Preis: € 1.890,-- *

IP-Telefonie und Unified Communications erfolgreich planen und umsetzen, 13.03. bis 15.03.2017 in Köln

Garantietermin

Dieses Seminar vermittelt alle notwendigen Projektschritte zu einer erfolgreichen Umsetzung von VoIP Projekten. Diese erstrecken sich über die Einsatz- und Migrations-Szenarien, die einsetzbaren Basis-Technologien und Komponenten und die erweiterten TK-Anwendungen wie IVR, UM oder UC. Es werden Bewertungskriterien für eine TK-Lösung und eine Übersicht über den bestehenden TK-Markt mit allen etablierten Hersteller vorgestellt.

Preis: € 1.890,-- *

Netzzugangskontrolle: Technik, Planung und Betrieb, 13.03. bis 15.03.2017 in Berlin

Garantietermin

Dieses 3-tägige Seminar vermittelt den aktuellen Stand der Technik der Netzzugangskontrolle (Network Access Control, NAC) und zeigt die Möglichkeiten aber auch die Grenzen für den Aufbau einer professionellen NAC-Lösung auf. Schwerpunkt bildet die detaillierte Betrachtung der Standards IEEE 802.1X, EAP und RADIUS. Dabei wird mit IEEE 802.1X in der Fassung von 2010 und mit IEEE 802.1AE (MACsec) auch auf neueste Entwicklungen eingegangen.

Preis: € 1.890,-- *

TCP/IP-Netze erfolgreich betreiben, 13.03. bis 15.03.2017 in Aachen

Garantietermin

IP ist die Grundlage jeden Netzes. Die Protokolle TCP und UDP bilden die Basis jeder Anwendungskommunikation. Es werden zudem Kenntnisse über Routingprotokolle, DHCP, DNS benötigt. Dieses Seminar vermittelt praxisnah das notwendige Wissen.

Preis: € 1.890,-- *

Vertragsgestaltung und rechtssichere Organisation von Cloud Services für Nichtjuristen, 03.04. bis 04.04.2017 in Bonn

Rabattaktion %

Dieses Seminar erklärt, wie Sie die Auslagerung Ihrer Private Cloud vertraglich absichern und warum Sie das unbedingt machen sollten.

Preis: € 1.590,-- *

Virtualisierungstechnologien in der Analyse, 03.04. bis 04.04.2017 in Bonn

Garantietermin

Im Zuge stetig zunehmender Konsolidierung ist Virtualisierung längst zum Standard in jedem Rechenzentrum geworden. Doch der Blick hinter die Kulissen offenbart einen rapide wachsenden Komplexitätsgrad, dessen Beherrschung ein tieferes Verständnis dieser Technologie erfordert. In diesem Seminar werden die Zusammenhänge zwischen Server, Netzwerk und Storage im Umfeld der Virtualisierung analysiert.

Preis: € 1.590,-- *

Kommunikation über Private WAN und Internet, 03.04. - 04.04.2017 in Bonn

Garantietermin

Dieses Seminar vermittelt die Erfahrungen aus den jüngsten Projekten mit dem Fokus Konzeption und Ausschreibung von WANs. Teilnehmer dieses Seminars profitieren von langjährigen Erfahrungen der Vortragenden im WAN-Bereich, kombiniert mit dem großen Erfahrungsschatz von ComConsult bei der Lösung von Problemen und der Lokalisierung von Fehlern in standortübergreifenden Netzen. Ferner werden Erfahrungen bei der Gestaltung sinnvoller Service Level Agreements (SLA) im WAN-Betrieb in diesem Seminar vermittelt.

Preis: € 1.590,-- *

Information Security Management mit ISO 27001 und BSI-Grundschutz, 03.04. - 05.04.2017 in Bonn

Angemessene Sicherheit mit optimalem Aufwand: geht das? Die Antwort liegt in der Nutzung bewährter Standards und Lösungen bei gleichzeitiger Erfüllung von Compliance-Richtlinien. Anders formuliert: Das Rad muss nicht von jedem Unternehmen neu erfunden werden. Dieses Seminar stellt den Aufbau und die nachhaltige Umsetzung eines standardisierten und zertifizierbaren Information Security Management System (ISMS) auf Basis von ISO 27001 und BSI IT-Grundschutz vor. Es wird dabei aufgezeigt, wie eine praxisgerechte Sicherheitslösung mit optimalem Aufwand erreicht werden kann.

Preis: € 1.890,-- *

Wireless LAN professionell, 03.04. - 05.04.2017 in Bonn

Garantietermin

Dieses Seminar vermittelt den aktuellen Stand der WLAN-Technik und zeigt die in der Praxis verwendeten Methoden für Aufbau, LAN-Integration, Betrieb und Optimierung von WLANs im Enterprise-Bereich auf. Die verschiedenen WLAN-Varianten werden analysiert, die Markt- und Produktsituation bewertet, und Empfehlungen für eine optimale Auswahl gegeben. Die für WLAN relevanten technischen Bereiche werden dabei von nachrichtentechnischen Aspekten der Funkübertragung bis hin zur Erstellung eines WLAN-Sicherheitskonzepts vertieft behandelt. Planungsmethoden und der Einsatz moderner Planungswerkzeuge werden vorgestellt.

Preis: € 1.890,-- *

Zertifizierungen

ComConsult Certified Network Engineer

Lokale Netze für Einsteiger

08.05. - 12.05.17 in Aachen

18.09. - 22.09.17 in Aachen

TCP/IP-Netze erfolgreich betreiben

13.03. - 15.03.17 in Aachen

29.05. - 31.05.17 in Aachen

09.10. - 11.10.17 in Bremen

Internetworking

03.04. - 07.04.17 in Aachen

19.06. - 23.06.17 in Göttingen

13.11. - 17.11.17 in Aachen

Paketpreis für zwei 5-tägige und ein 3-tägiges Intensiv-Seminar € 6.180,--* (Einzelpreise: € 2.490,--* bzw. 1.890,--*)

ComConsult Certified Trouble Shooter

Trouble Shooting in

vernetzten Infrastrukturen

02.05. - 05.05.17 in Aachen

26.09. - 29.09.17 in Aachen

Trouble Shooting für

Netzwerk-Anwendungen

27.06. - 30.06.17 in Aachen

07.11. - 10.11.17 in Aachen

Paketpreis für beide Seminare inklusive Prüfung € 4.280,--*

(Seminar-Einzelpreis € 2.290,--* , mit Prüfung € 2.470,-- *)

ComConsult Certified Voice Engineer

IP-Telefonie und Unified Communications erfolgreich planen und umsetzen

13.03. - 15.03.17 in Köln

15.05. - 17.05.17 in Düsseldorf

16.10. - 18.10.17 in Frankfurt

Session Initiation Protocol Basis-Technologie der IP-Telefonie

05.04. - 07.04.17 in Bonn

29.05. - 31.05.17 in Frankfurt

08.11. - 10.11.17 in Stuttgart

Umfassende Absicherung von Voice over IP und Unified Communications

08.05. - 10.05.17 in Frankfurt

10.07. - 12.07.17 in Düsseldorf

Optionales Einsteiger-Seminar:

IP-Wissen für TK-Mitarbeiter

02.05. - 03.05.17 in Düsseldorf

18.09. - 19.09.17 in Düsseldorf

Wir empfehlen die Teilnahme an diesem Seminar "IP-Wissen für TK-Mitarbeiter" all jenen, die die Prüfung zum ComConsult Certified Voice Engineer anstreben, ganz besonders aber den Teilnehmern, die bisher wenig bis kein Netzwerk Know How, insbesondere TCP/IP, DNS, SIP usw., vorweisen können.

Basis-Paket: Beinhaltet die drei Basis-Seminare

Grundpreis: € 5.100,--* statt € 5.670,--*

Optionales Einsteigerseminar: Aufpreis € 1.190,--* statt € 1.590,--*

* alle ausgewiesenen Preise sind netto-Preise

Impressum

Verlag:
ComConsult Research Ltd.
64 Johns Rd

Christchurch 8051

GST Number 84-302-181

Registration number 1260709

German Hotline of ComConsult-Research:
02408-955300

E-Mail: kundenservice@comconsult-research.de
<http://www.comconsult-research.de>

Herausgeber und verantwortlich
im Sinne des Presserechts:

Dr. Jürgen Suppan

Chefredakteur: Dr. Jürgen Suppan
Erscheinungsweise: Monatlich,
12 Ausgaben im Jahr

Bezug: Kostenlos als PDF-Datei
über den eMail-VIP-Service
der ComConsult Akademie

Für unverlangte eingesandte Manuskripte
wird keine Haftung übernommen
Nachdruck, auch auszugsweise
nur mit Genehmigung des Verlages
© ComConsult Research