ComConsult Research

Der Netzwerk Insider

Mai 2016

Systematische Weiterbildung für Netzwerk- und IT-Professionals

Schwerpunktthema

Entwicklung von Anwendungen, Verkehrslasten und neuen drahtlosen Übertragungssystemen

in den nächsten Jahren und Konsequenzen für unterstützende Infrastrukturen

von Dr. Franz-Joachim Kauffels

Wir haben in den letzten Monaten viel über drahtlose Übertragungssysteme (WLAN, Mikrozelle, Mobilfunk) diskutiert, weil ja aktuell viele Neuheiten anstehen. Dabei ist die Frage ein wenig unter die Räder gekommen, welche Anforderungen an die Infrastrukturen gestellt werden müssen, die die neuen Systeme im Rahmen der Implementierung flächendeckender Versorgungsstrukturen in privaten Netzen bei Unternehmen und Organisationen unterstützen sollen. „Wireless“ heißt nicht unbedingt „weniger Kabel“, ganz im Gegenteil. In 2015 kamen neue Standards und Produkte für 2,5 und 5 GbE zur Unterstützung der neuen 802.11ac Wave2 Access Points auf. Der

vordringliche Charme dieser Lösungen ist, dass man mit ihnen auch alte Cat.5 und Cat.6 Verkabelungen für die WLAN Switching-Infrastruktur nutzen kann.

Blickt man aber etwas über den Teller-Rand auf Systeme, die zwar nach 11ac, aber noch innerhalb des üblichen Planungszeitraums von 5-10 Jahren für Verkabelungssysteme kommen werden, sieht man schnell, dass hier auch 2,5 und 5 GbE kläglich versagen werden, es muss schon mindestens eine 10 Gigabit-Infrastruktur sein.

weiter auf Seite 5

Zweitthema

Redesign von WAN- und Internet-Zugängen

von Dr. Behrooz Moayeri

Jahrelang wurden WAN- und Internet-Zugänge vieler Unternehmen weitgehend unabhängig voneinander geplant.

Das private Wide Area Network (WAN) dient per definitionem der Übertragung von Daten im Rahmen unternehmensinterner Applikationen. Unternehmen nutzen dagegen das Internet, um mit anderen Unternehmen, Kunden, Zulieferern und in einem Wort dem Rest der Welt zu kommunizieren. Auf den ersten Blick handelt es sich also um zwei verschiedene Einsatzgebiete. Die unabhängige Planung des WAN und der Internet-Zugänge schien daher einleuchtend. Jetzt ändert sich dies.

weiter auf Seite 18

Geleit

NFV und SD-WAN: auf dem Weg zu einem mehr dynamischen Netzwerk-Design

auf Seite 2

Standpunkt

Schwachstellenmanagement:

Eine Kunst, die Cyber-Kriminelle perfekt beherrschen, die IT jedoch anscheinend oft nicht

auf Seite 16

5 Tage Intensiv-Update

ComConsult Sommerschule 2016

auf Seite 3

Neue Sonderveranstaltung

Wireless und Mobility

auf Seite 15

Aktuelles Seminar

IT-Kommunikation im Umfeld von Fertigung und Automation

auf Seite 17

Zum Geleit

NFV und SD-WAN: auf dem Weg zu einem mehr dynamischen Netzwerk-Design

Was ist eigentlich ein WAN? So einfach die Basis-Definition der Vergangenheit ist, die die Laufzeit einer Verbindung in den Vordergrund stellt, so komplex ist die Realität, die wir momentan sehen und die uns in den nächsten Jahren bevorsteht. Dabei kommen mehrere Faktoren zusammen:

- die Suche nach einer optimalen Wirtschaftlichkeit
- die Notwendigkeit des Zugangs zu externen Ressourcen
- der Wunsch nach einer einfachen Konfiguration
- die Angst vor einem Verlust von Kontrolle und Sicherheit
- die schwere Kalkulierbarkeit der zukünftigen Kapazitäten

Die Kombination aus Wirtschaftlichkeit und der Notwendigkeit des Zugangs zu externen Ressourcen lässt das traditionelle WAN mit Internet-Verbindungen zusammenwachsen. Damit sind diverse Probleme verbunden, die in dem Artikel von Dr. Moayeri diskutiert werden und die wir auch zu einem der Schwerpunkte der ComConsult Sommerschule gemacht haben. Im Kern entsteht das Problem der effizienten Steuerung von Verkehrsströmen zwischen Standorten und hin zum Internet. Ein zentrales Gateway als Internet-Zugang wird dabei in einer zunehmenden Menge von Fällen als ungeeignet angesehen werden müssen. Dezentrale Zugänge erhöhen aber die Komplexität und erfordern geeignete Sicherheits-Lösungen.

Kombiniert man diese Situation mit einem erhöhten Bedarf nach Skalierbarkeit, der gerade und speziell aus dem Zugang zu Cloud-Ressourcen entsteht, dann wird Software Defined WAN in Kombination mit Network Function Virtualization zu einer der wichtigen Zukunftstechnologien in diesem Bereich. Speziell an NFV führt in Zukunft kein Weg vorbei. Die Nutzung virtueller Maschinen anstelle von spezialisierten Hardware-Kisten ist nicht nur die Basis für eine einfachere Skalierbarkeit, sie ist auch Ortsneutral und kann ohne Probleme mit Netzwerk-Architekturen in der Cloud kombiniert werden. Damit wird auch die Einbindung Sicherheits-spezifischer Cloud-Ressourcen ohne Probleme möglich.

Dieser Weg in Richtung NFV und SD-WAN ist unvermeidbar und wird in den nächsten 5 Jahren je nach Unternehmensgröße ohne Zweifel erfolgen. Die Herausforde-

rung besteht nun darin, eine offene Lösung zu erreichen. Schon bei dem normalen SDN können wir sehen wie die großen Hersteller relativ erfolgreiche offene Lösungen blockieren. Dies muss gerade in offenen Internet-Architekturen verhindert werden oder wir verlieren den Vorteil einer freien Architektur-Gestaltung mit Einbeziehung externer Ressourcen. Unter diesem Blickwinkel sind die aktuell laufenden Normierungs-Bestrebungen in diesem Bereich von erheblicher Bedeutung. Hier geht es nicht um die Vermeidung von Hersteller-Bindung wie man vielleicht auf den ersten Blick meinen mag. Unser zukünftiges WAN wird ein Gebilde sein, das Cloud-Ressourcen der verschiedensten Art und der verschiedensten Anbieter integrieren muss. Dies wird nur über eine offene Lösung gehen. Auch die gesamte Skalierbarkeit wird deutlich von der Offenheit bestimmt werden.

Diese gesamte Entwicklung ist dabei gleichzeitig mit dem schon mehrfach an dieser Stelle diskutierten Wandel des Berufs des Netzwerk-Ingenieurs verbunden. In Zukunft wird es weniger um die Fähigkeit gehen, die Produkte eines oder mehrerer Hersteller auf CLI-Ebene konfigurieren zu können (dies wird natürlich weiterhin erforderlich sein, auch wenn wir in den nächsten Jahren mehr Automatismen in Form eines über dem CLI liegenden Steuerungs-Layers und einer eher regelbasierten Konfiguration erleben werden). Der zumindest teilweise erfolgreiche Einzug von SDN und die Notwendigkeit von der Virtualisierung des WAN mit NFV wird eine eher programmatische Steuerung der Ressourcen erfordern. Dies ist keine Bedrohung des Berufs des Netzwerk-Ingenieurs, da dies ein schon seit längerem zu beobachtender Trend ist, den die meisten Administratoren auch erfolgreich bestreiten. Trotzdem macht diese Entwicklung klar, dass ein Netzwerk-Admin in 5 oder 10 Jahren völlig anders arbeiten wird als heute. Ressourcen werden eben dynamischer als bisher sein und die optimale Kontrolle und Steuerung dieser dynamischen Ressourcen wird im Vordergrund stehen.

Ist das klassische Netzwerk-Design tot? Im Gegenteil. Aus unserer Sicht muss gerade im LAN eine Rückbesinnung zu einem einfachen und offenen Design ohne Hersteller-Bindung erfolgen. Die aktuellen Angebote der führenden Hersteller sind einfach nicht handhabbar. Sie sind zu komplex und zu speziell. Und tatsächlich gibt es ja offene und leistungsfähige Lösungen. Die großen Cloud-Rechenzentren machen es uns ja vor (auch wenn sie eine einfachere beziehungsweise andere Aufgabe in Form einer massenhaften Skalierung identischer Basis-Bausteine haben). Wir diskutieren diese Design-Herausforderung auf der Sommerschule und legen dabei alle beteiligten Technologien auf den Prüfstand. NFV, SDN, Layer-2, Layer-3 und Layer-4 werden von unseren Experten diskutiert und der aktuelle Stand und die Roadmap der nächsten Jahre vorgestellt.

Ihr
Dr. Jürgen Suppan

Intensiv-Seminar

Sommerschule 2016 -

Intensiv-Update auf den neuesten Stand der Netzwerktechnik

27.06. - 01.07.16 in Aachen

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

Schwerpunktthema

Entwicklung von Anwendungen, Verkehrslasten und neuen drahtlosen Übertragungssystemen in den nächsten Jahren und Konsequenzen für unterstützende Infrastrukturen

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.

Fortsetzung von Seite 1

Der Artikel blickt auf die Prognosen hinsichtlich der Entwicklung von Anwendungen und Verkehrslasten und stellt dann alle bekannten mit hoher Wahrscheinlichkeit in naher Zukunft auftretenden Wireless-Systeme kurz vor und beleuchtet sie hinsichtlich der Frage nach ihrem Grundbedarf. Dies geschieht auch im Hinblick auf eine sehr zügige Einführung von 5G-Mobilfunk.

Die allgemeine Diskussion über Wireless Systeme, sei es im Sinne klassischer WLANs oder auch als Systeme für Arbeitsplatzzellen wie 802.11ad sowie die Beobachtung der Weiterentwicklung von LTE betrachtet primär die den Endgeräten unmittelbar zugewandten Radio-Systeme. Die zur sinnfälligen Versorgung dieser Radio-Systeme in Form von Access Points notwendigen Infrastrukturen werden nur am Rande erwähnt.

Das hat zwei Gründe. Das größte zusammenhängende Netzwerk mit drahtloser Versorgung der Teilnehmer ist natürlich ein Mobilfunknetz. Hier haben sich über die Jahrzehnte sehr viele Standards entwickelt, auf die wir hier kaum eingehen können. Der den mobilen Geräten zugewandte Teil heißt aber immer „Radio Access Network“, kurz RAN. Ein Generationenwechsel findet hauptsächlich genau am RAN statt. So waren der Übergang von 2G-Mobilfunk auf 3G sowie der Übergang von 3G auf LTE hauptsächlich durch diese RANs definiert. In der Welt der Providernetze wird es als selbstverständlich angesehen, einem nach außen gerichteten Netzelement immer genug Leistung zu liefern. Das passiert technisch meist über DWDM-Systeme mit komplexer optischer Übertragung auf Lichtwellenleitern. Diese Systeme haben sich in den vergangenen Jahrzehnten genau so dramatisch weiterentwickelt wie die WLANs oder Mobilfunk-RANs. Das wurde aber bei Diskussionen um die Entwicklung privat betriebener Netze kaum zur Kenntnis genommen, weil das ja eigentlich nur die Provider betrifft. Zwischen RAN und DWDM-Backbone liegt vor allem eine sehr komplexe Welt aus vielen unterschiedlichen Schnittstellen und Protokollen, die von internationalen Gremien in einem nicht abreißenden Prozess definiert werden. Es müssen ja nicht nur sehr unterschiedliche technische Systeme in verschiedenen Generationen unterstützt werden, sondern auch jederzeit eine allumfassende Kompatibilität.

Wir kommen später nochmals darauf zurück, aber die Weiterentwicklung von LTE ist natürlich 5G Mobilfunk. Und das Ziel von 5G ist ganz klar **1 bis 10 Gbps pro mobilem Endgerät!** Es gibt jetzt Leute, die sich zurücklehnen und sagen, dass das ja erst nach 2020 kommt. Denen möchte der Autor entgegenhalten, dass Verizon den Plan hat, bereits 2017 mit entsprechenden Angeboten an den Markt zu gehen. Aktuelle (Frühjahr 2016) Berichte von den ersten Phasen des Versuchsbetriebs sprechen davon, dass die Technik komplett verfügbar sei, lediglich die Standardisierung müsse noch nachziehen. Wenn Verizon anfängt, wird sich AT&T nicht in den Regen stellen und T-Mobile US als neue drittstärkste Kraft wird auch nicht nachstehen wollen.

Technisch gesehen ein Sonderfall, quantitativ aber enorm wichtig sind die Versorgungssysteme für private Haushalte. Auch hier ist ja in den meisten Fällen ein WLAN-basierter Router die Schnittstelle zwischen den Endgeräten und dem Leistungsangebot des Providers. Neben den DSL-Schnittstellen als Weiterentwicklung der Telefontechnik haben sich über die DOCSIS-Protokolle auch sehr leistungsfähige Alternativen mit Koaxialkabeln aus der TV-Verteiltechnik und in geringerem Maße Glasfasersysteme, die in die Haushalte reichen (FTTH), etabliert.

Da wir einmal dabei sind, können wir deren weitere Entwicklung kurz charakterisieren. In Deutschland können die meisten Haushalte heute problemlos Anschlüsse mit 50 Mbps bekommen, was für normales HDTV und einfacherer Ansprüche ausreicht. In 2015 haben Provider auch damit begonnen, 150 und 200 Mbps anzubieten. Das bleibt aber schon jetzt hinter den technischen Möglichkeiten. In den USA statten Provider wie AT&T und Verizon schon die ersten Städte mit Gigabit-Leistung zu übersichtlichen Kosten, ca. 70 US$ pro Monat pro Anschluss, aus.

In meinem Beitrag im Insider 3/2016 wurde ja ausführlich erläutert, in welcher Weise WLANs und Mobilfunk zusammenwachsen werden. Das wird sich mit 5G noch verstärken.

Also werden sowohl die Versorgungsstrukturen für private Haushalte als auch die Zellen-Technologie für kleine Zellen (Arbeitsplatzzellen, Mikrozellen, Femtozellen ...) bis 2020 auf das 5G-Ziel nachziehen: **1 bis 10 Gbps pro mobilem Endgerät!**

Damit haben wir im Grunde genommen eine gute Hausnummer für das, was die Infrastruktur mindestens unterstützen können muss, wenn ein privates flächendeckendes drahtloses Netz aufgebaut werden soll.

Entwicklung von Anwendungen, Verkehrslasten und neuen drahtlosen Übertragungssystemen ...

In diesem Kapitel betrachten wir zunächst exemplarisch die Entwicklungen bei Anwendungen, Endgeräten und Versorgungsstrukturen.

In einem weiteren Unterkapitel kommen wir zu wichtigen Entwicklungen bei den Technologien für die Versorgungs-Infrastrukturen und diskutieren die Sinnfälligkeit von 2,5 und 5 GbE gegenüber 10 GBASE-T sowie den spannenden Punkt Power over 10GBASE-T.

Im dritten Unterkapitel reihen wir alle in den nächsten Jahren wichtigen Standards für WLANs, Arbeitsplatz- oder Mikro-Zellen sowie LTE-Ableger und beschreiben für jede, welche Anforderungen in den nächsten Jahren beim Einsatz einer Technologie an die unterstützenden Infrastrukturen gestellt werden. Die Entwicklung von 5G gibt wichtige Anhaltspunkte für die zeitliche Anordnung und Bewertung.

1. Entwicklungen bei Anwendungen, Endgeräten und Versorgungsstrukturen

Es gibt ein ganzes Heer von Marktforschern, die die zukünftigen Entwicklungen bei Anwendungen, Endgeräten und Versorgungsstrukturen abschätzen. Das ist sehr wichtig für wirklich jeden, der irgendwie mit dieser Thematik befasst ist, vom Provider, der die Aufrüstung seiner Versorgungs-Infrastruktur planen muss, über die Hersteller aller Geräte und Einzelteile in dieser Wertschöpfungskette bis hin zum Rentner, der teilweise von Erträgen aus Technologie-Aktien leben möchte. Natürlich schwankt die Qualität derartiger Prognosen. In den letzten Jahren hatten aber besonders die Prognosen von Cisco eine besonders gute Zielsicherheit, auch wenn man dem Unternehmen natürlich zunächst einmal Eigeninteresse vorhalten möchte. Zur Mobilfunkmesse in Barcelona Beginn 2016 gab es eine Aktualisierung des aus 2015 stammenden Visual Networking Indexes. Der steht jedermann vollständig gratis zur Verfügung, wir diskutieren hier nur einige Aussagen, die speziell zur Thematik dieses Artikels gut passen.

In Abbildung 1 sehen wir, dass das Wachstum des globalen Mobilfunkverkehrs längst noch nicht abschwächt, wie viele denken. Tatsache ist natürlich, dass in hoch industrialisierten Ländern langsam gewisse Sättigungen erreicht werden können, dafür die weniger entwickelten Länder einen immer weiter steigenden Bedarf haben. Natürlich erzeugt man mit jeder wirklichen technischen Verbesserung auch neues Wachstum. Mit LTE sind deutlich mehr Funktionen möglich als mit 3G. Mit 5G werden sich weitere Steigerungen ergeben. Nach wie vor ist das Smartphone das Top-

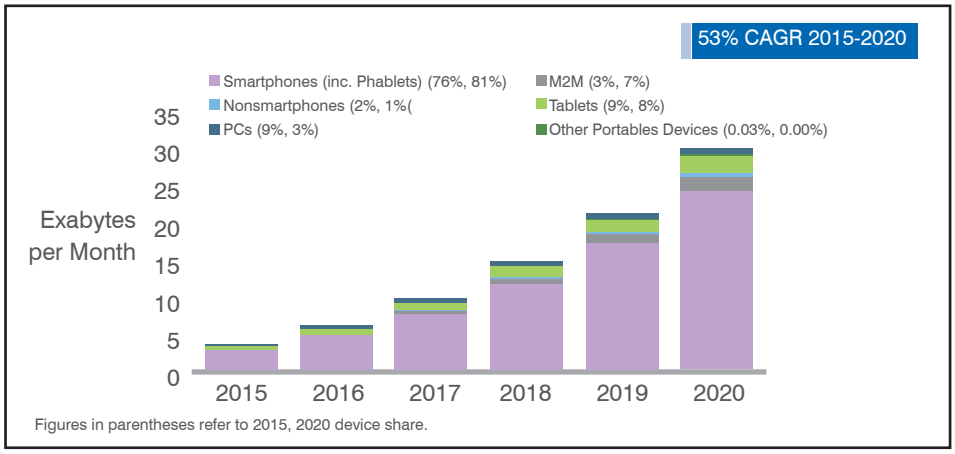

Abbildung 1: Wachstum des globalen Mobilfunkverkehrs nach Gerätetyp

Quelle: Cisco VNI Mobile, 2016

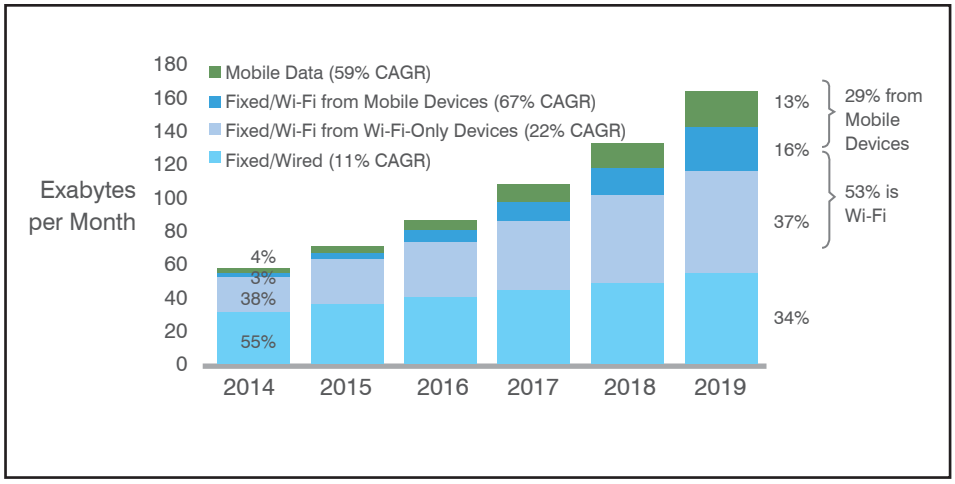

Abbildung 2: IP-Verkehr nach Zugangstechnologie

Quelle: Cisco VNI Mobile, 2016

Gerät. Das bedeutet letztlich eine recht unsymmetrische Auslegung der Funkzellen, die Endgeräte versorgen sollen. Das Endgerät kann nachrichtentechnisch recht wenig und man muss mit einer Reihe von Kompromissen leben, besonders, was die Antennentechnik betrifft.

Für WLANs bedeutet das schlicht und ergreifend, dass die Befindlichkeiten größerer Endgeräte wie Tablets, Notebooks oder PCs nicht wirklich zählen: mit rund 80% Anteil ist das Smartphone der Maßstab aller Dinge bei der Versorgung. Für privat betriebene WLAN-Infrastrukturen ist das eine Kultur-Revolution, denn Zellendichte und Gesamtversorgung müssen auf die kleineren Geräte ausgerichtet werden. Bei diesen gibt es aber ein erschreckendes Spektrum. Der Autor verrät freiwillig, dass er noch ein iPhone 4 verwendet. Wie sagt die nette Oma aus der Telekom-Werbung: „Ihr Handy ist ja älter als meine Schilddrüse!“ Von daher sind Technologien wie MU-MIMO, die auch die Einbindung sehr unterschiedlicher Geräte sinnvoll implementieren können, ein absolutes Muss. Die zunehmende Kommunikation zwischen Maschinen im IoT erfordert Sonderwege. Diese können wir hier leider nicht ausdiskutieren, generell geben aber kommende Mobilfunk- und WLAN-Standards entsprechende Hilfsmittel.

Richtig spannend ist auch die Prognose auf Abbildung 2.

Sie zeigt nämlich, welcher Anteil des Gesamtverkehrs auf welchen Strukturen zu erwarten ist. Natürlich gibt es rein mobile Daten, die auch mit 59% pro Jahr wachsen, aber diese Daten, die über eine reinrassige Mobilfunk-Struktur überragen werden, sind in der Minderzahl. Wesentlich wachsen wird der Verkehr auf Basis der im LTE-Artikel beschriebenen Kooperation zwischen Mobilfunk und assoziierten WiFi-Zellen. Das einfachste Beispiel ist hier sicher das Video: der Nutzer „bestellt“ es mit geringer notwendiger Datenrate im Mobilfunksystem und bekommt es via WiFi geliefert. Voraussetzung dazu sind End-

Zweitthema

Redesign von WAN- und Internet-Zugängen

Fortsetzung von Seite 1

Dr.-Ing. Behrooz Moayeri hat viele Großprojekte mit dem Schwerpunkt standortübergreifende Kommunikation geleitet. Er gehört der Geschäftsleitung der ComConsult Beratung und Planung GmbH an und betätigt sich als Berater, Autor und Seminarleiter.

Rasantes Internet-Wachstum

Wer kennt das nicht: Auf immer mehr Webseiten im Internet laufen kleine Filmchen im Hintergrund. Meistens handelt es sich dabei um Werbung. Ob man sie haben will oder nicht, Video ist im Internet zum Alltag geworden. Die Bildauflösung wird dabei immer besser. Es ist klar: wer will schon mit groben Pixeln für das eigene Produkt werben?

Das Ganze hat aber einen Preis: Verkehrsvolumen. Das Internet muss vor allem aufgrund von immer mehr und immer höher auflösenden Bildern ständig aufgerüstet werden. Dies gilt sowohl für die Backbones der Internet Service Provider (ISPs) als auch für die Zugänge der Kunden. Die ISPs müssen diese ständige Ertüchtigung ihrer Netze fast vollständig über die Gebühren finanzieren, die sie für die Internet-Zugänge bekommen. Bekanntlich bekommen die ISPs kaum etwas von dem Kuchen ab, den die Werbewirtschaft spendiert. Dieser Kuchen geht fast vollständig an Google & Co. Haben Sie aber schon mal erlebt, dass Google Ihr Gebäude mit Glasfasern anbindet? Sie müssen diese Anbindung bezahlen, und zwar über den Preis, den Sie an Ihren ISP entrichten. Der ISP muss aber auch an seine künftigen Geschäfte denken. Er muss – und das ist gar nicht so böswillig wie es klingt – für eine künstliche Verknappung des Netzdurchsatzes sorgen, damit Sie auch morgen und übermorgen ihn bezahlen, und zwar für mehr Netzdurchsatz.

So kommt es, dass der Durchsatz des Internet-Zugangs immer wieder auf eine Grenze stoßen muss. Dann wenden Sie sich an den ISP, egal ob als Endverbraucher oder Unternehmen, und bekommen meistens für mehr oder weniger die gleichen Monatsgebühren mehr Netzdurchsatz. Bis zu einem bestimmten Durchsatzwert geht das über bereits vorhandene Kabel, meistens klassische Kupferkabel, die jahrzehntelang zum Telefonieren genutzt worden sind. Die über Telefonkabelanschlüsse übertragbare Bitrate wurde in den letzten zwanzig Jahren von ein paar hundert Kilobits pro Sekunde auf jetzt ein paar hundert Megabits pro Sekunde erhöht. Aber irgendwann sind die Grenzen der Physik erreicht, und man braucht Glasfasern. Sind diese erst mal verlegt, wird die maximale Bitrate nur noch durch die eingesetzten aktiven Komponenten bestimmt, nach oben praktisch unbegrenzt.

Aber selbst mit Glasfasern muss der ISP den Netzdurchsatz auf der Internet-Zuleitung begrenzen. Und da die Provider ihre Netze und den Bedarf ihrer Kunden gut messen können, sorgen sie dafür, dass die Zuleitung für den einzelnen Kunden nur bezahlbar bleibt, wenn sich der Kunde auf eine Durchsatzgrenze einlässt. Diese Grenze wird im Moment immer schneller erreicht. Und schon kann der Provider Abhilfe schaffen, in der Regel mit viel mehr Durchsatz, und wenn er geschickt ist für etwas mehr Geld.

Diesen Zyklus erleben Endverbraucher und Unternehmen gleichermaßen. ComConsult berät letztere als eigene Kunden. Rein statistisch ist es einleuchtend, was unsere Kunden zurzeit erleben: Es gibt immer einen bestimmten Prozentsatz unserer Kunden, bei denen die Bitrate des Internet-Anschlusses ausgeschöpft ist. Einige sehen nicht ein, dass sie nach einer gar nicht so lange zurück liegenden Aufrüstung schon wieder mehr Durchsatz für den Internet-Anschluss bestellen müssen. Sie fragen uns regelmäßig an, was man sonst tun kann. Andere wiederum führen die Symptome erst einmal nicht auf die häufigste Ursache zurück, und stellen nur fest, dass wichtige auf das Internet angewiesene Anwendungen, zum Beispiel Virtual Private Networks (VPNs) immer mehr beeinträchtigt werden. Hier ein Tipp: Meistens liegt das daran, dass entweder am nahen oder am entfernten Ende zu viele Pakete verworfen werden, weil die Kapazität eines Zugangs ausgeschöpft ist.

Noch schlimmer trifft es Unternehmen, die aus Sicherheitsgründen ihren gesamten Internetverkehr über einen zentralen Zugang wie in der Abbildung 1 dargestellt führen.

Wie in der Abbildung 1 ersichtlich wird bei einem zentralen Internetzugang der Internetverkehr teilweise über das WAN geführt. Dies ist dann der Fall, wenn der Standort des zentralen Internetzugangs vom Standort des mit dem Internet kommunizierenden Gerätes aus nur über das WAN erreichbar ist. In diesem Fall muss das Unternehmen die Zunahme des Internetverkehrs doppelt bezahlen: durch die Erhöhung der Kapazität der Internetleitung selbst und zusätzlich durch mehr Volumen im privaten WAN.

Letzteres ist meistens wesentlich teurer als über das Internet zu übertragendes Volumen. Auch beim WAN müssen die Provider an die eigene Zukunft denken, indem sie ihren Kunden nicht endlos Netzdurchsatz spendieren, sondern nur wohl dosiert. Aus mehreren Gründen ist der Preis dafür wesentlich höher als im Internet:

- Erstens gibt es im WAN-Markt weniger Wettbewerb als im ISP-Markt.
- Zweitens wird das WAN von vielen Unternehmen für sehr geschäftskritische Anwendungen genutzt, sodass die Unternehmen bereit sind, mehr Geld dafür auszugeben.

Redesign von WAN- und Internet-Zugängen

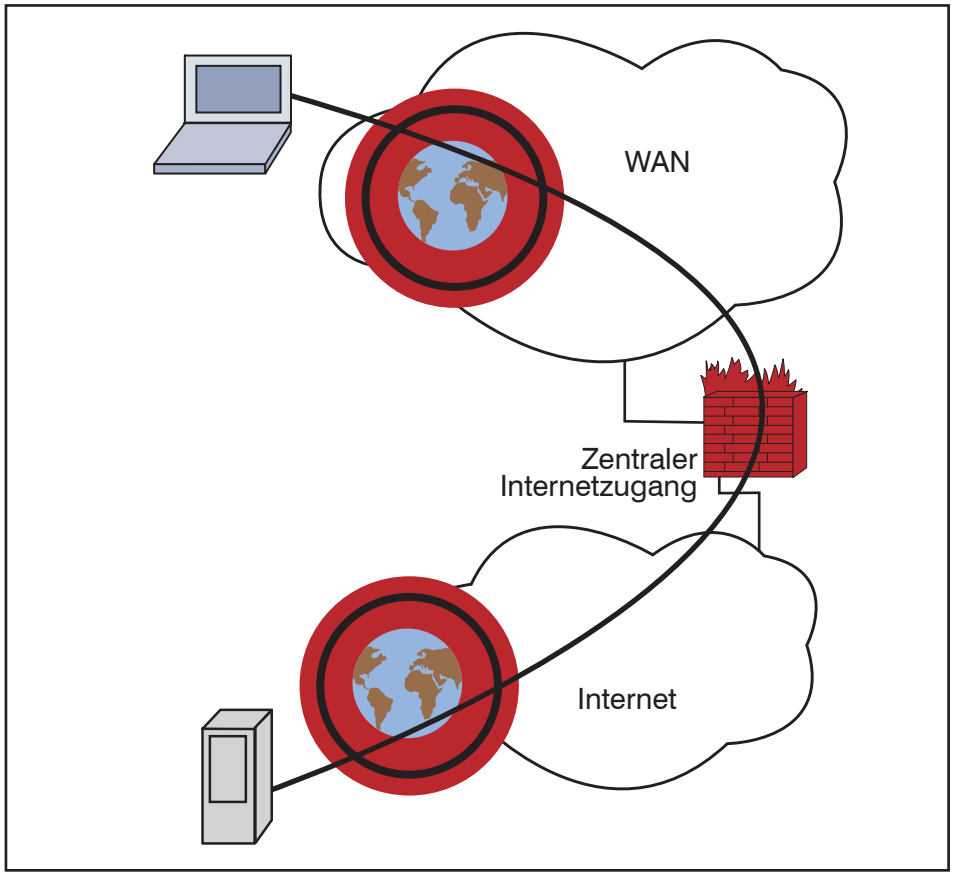

Abbildung 1: Zentraler Internetzugang

- Drittens erwarten die Kunden vom Betreiber einer privaten WAN-Plattform, dass er viel strengere Service Level Agreements (SLAs) einhält als ein ISP. Das bindet Ressourcen sowie Personal und kostet Geld.

- Viertens gibt es bei einer privaten WAN-Plattform kein so dichtes Netz an Points of Presence (PoP), sodass die Zuleitungen länger und teurer sind.

So kommt es, dass das rasante Internet-Wachstum für viele Unternehmen nicht nur direkte, sondern auch indirekte Kosten, nämlich WAN-Kosten, verursacht. Die indirekten Kosten betragen in nicht wenigen Fällen ein Vielfaches der direkten Kosten.

Wie aus der Abbildung 1 hervorgeht, gibt es nicht nur ein Kostenproblem. Unternehmen, die Standorte in verschiedenen Kontinenten haben und den Internet-Verkehr teilweise über Grenzen der Kontinente hinweg im WAN übertragen müssen, kennen das Phänomen, dass darunter die Antwortzeiten beim Internetzugriff leiden. Dieser Verkehr wird nämlich zweimal über ein weltweites Netz geführt, über das WAN und das Internet. Dementsprechend summiert sich die Signalübertragungszeit. Hier hilft auch keine Bitratenerhöhung. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit optischer und elektrischer Signale ist endlich. Die Grenze liegt, wenn nicht gerade das Vakuum als Medium genutzt wird, wesentlich unter den aus dem Physikunterricht bekannten 300.000 Kilometern pro Sekunde. Im Glas breitet sich Licht mit ungefähr 200.000 Kilometern pro Sekunde aus. Interkontinentale Kabelwege können zehntausende Kilometer lang sein. Hin und zurück kommt man dann auf mehrere hundert Millisekunden. Nicht bei jeder Applikation sind solche Werte zu vernachlässigen.

Wäre das Internet für die Geschäftsprozesse der meisten Unternehmen relativ unwichtig wie es vor vielleicht zwanzig Jahren war, könnte man über schlechte Performance von Internet-Anwendungen hinwegsehen. Die Situation hat sich aber in den letzten zwei Jahrzehnten in vieler Hinsicht geändert. Auf einige Veränderungen sei hier hingewiesen:

- Der Alltag vieler Arbeitsplätze in Unternehmen ist durch das Internet geprägt. Ob man eine Information dringend benötigt, die am schnellsten über das Internet eingeholt werden kann, oder die nächste Dienstreise planen will: Ohne Internetzugriff kommt man nicht mehr aus.

- Viele Unternehmen wickeln ihre Geschäfte über das Internet ab. Vor zwan-

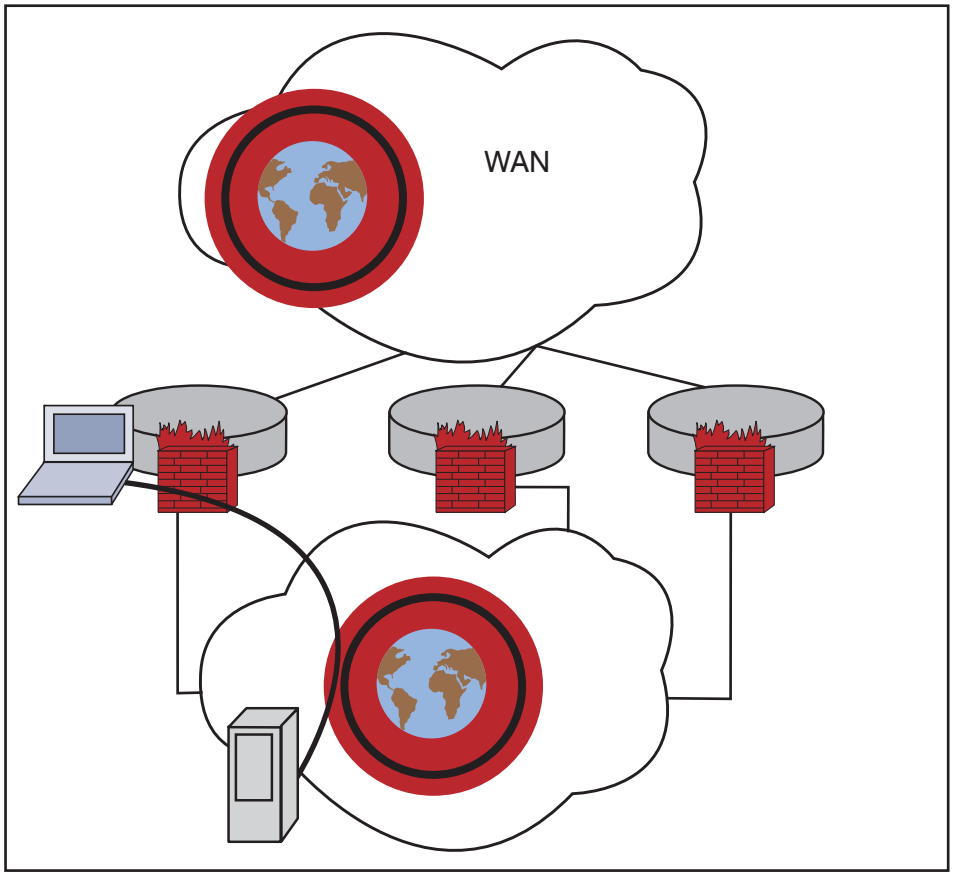

Abbildung 2: Verteilte Internetanschlüsse