

Wide Area Networks

Leitfaden für Design, Ausschreibung und Betrieb

von

Dipl.-Inform. Andreas Meder
Dr.-Ing. Behrooz Moayeri

Zu den Autoren

Dipl.-Inform. Andreas Meder blickt auf die langjährige Tätigkeit als WAN-Experte bei der ComConsult Beratung Planung GmbH zurück und ist durch zahlreiche Veröffentlichungen und Seminare bekannt. Herr Meder ist u. a. Autor des mit großer Akzeptanz aufgenommenen VPN-Reports von ComConsult Research. Er hat zahlreiche WAN-Planungen und WAN-Ausschreibungen federführend durchgeführt.

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.

3 Kostensparende WAN-Technik – Ansätze und Grenzen

Mehr Kapazitäten im Weitverkehrsumfeld schaffen, und dies zu maximal gleich hohen – nach Möglichkeit gar niedrigeren – Kosten; dies ist häufig die Aufgabe, vor der die jeweils verantwortlichen IT-Kräfte in Unternehmen oder Behörden heute stehen. Dabei können die Gründe hierfür durchaus unterschiedlicher Art sein: Grundlegende Änderungen an den Datenströmen im Weitverkehrsnetz – etwa in Folge einer Neuausrichtung der strategischen Positionierung von Dienste- bzw. Anwendungsservern im Sinne einer Serverkonsolidierung – können einen derartigen Bedarf ebenso auslösen wie der Einsatz neuer Applikationen, die häufig – anders als früher – die technologischen Grenzen zwischen Lokalen Netzinfrastrukturen und solchen im Weitverkehrsbereich schlichtweg ignorieren und damit mindestens einen kräftigen Zuwachs an Bandbreite motivieren, wenn nicht gar unumgänglich machen.

3.1 Erfolgversprechende Ansätze

3.1.1 Plattformtechnologie

Hinsichtlich des grundlegenden technologischen Ansatzes stellt in den allermeisten Fällen aktuell MPLS (Multiprotocol Label Switching) die Methode der Wahl dar. Nahezu immer lässt sich in umfangreichen Netzszenarien schon allein durch eine Ablösung althergebrachter Technologien wie z.B. Frame Relay oder ATM (Asynchronous Transfer Mode) eine deutliche Reduzierung der Kosten erzielen. Oft ist dies sogar dann der Fall, wenn die Umstellung mit punktuellen Verbesserungen hinsichtlich der Anbindungskapazitäten einhergeht. Bleibt es in dieser Hinsicht mehr oder weniger beim Status Quo kann pauschal ein Kostensenkungspotenzial in einer Größenordnung von ca. 50% unterstellt werden.

Freilich soll nicht verschwiegen werden, dass der im Grunde durch seinen „Shared Use“-Ansatz erzielbare und in Form von günstigeren Preisen an den Kunden weitergegebene Synergieeffekt von MPLS (und in ähnlicher Weise aller plattformbasierenden Technologien einschließlich Internet-VPNs (s.u.)) nicht zwangsläufig zum Tragen kommen muss. In manchen Szenarien kann er sich gar ins Gegenteil verkehren. Dies liegt am grundlegenden Konzept: Standorte werden nicht (direkt) miteinander, sondern lediglich mit der Plattform verbunden, über die dann sehr wohl jeder mit jedem kommunizieren kann. Der Kommunikationspfad besteht aber de facto aus drei Teilen: den beiden Anbindungen an die Plattform in Form geeigneter physikalischer Netzverbindungen mit entsprechenden Zugangsknoten (Point of Presence, PoP), meist als „Local Tail“ oder „Local Loop“ bezeichnet, und einer Verbindung dieser PoPs innerhalb des Plattformnetzes. Hieraus resultieren mehrere potenziell problematische Aspekte:

- Die Local Tails werden stets zum nächstgelegenen PoP eingerichtet. Dieser kann sich aber durchaus in einer gewissen räumlichen Entfernung zum Standort befinden. Zwei oder mehr Standorte innerhalb z.B. einer Stadt müssten dann über vergleichsweise teure Local Tails versorgt werden, wenn der PoP entsprechend weit entfernt ist. Dieses Problem kann sich noch verschärfen, wenn besonders hochwertige Redundanzmaßnahmen zur Sicherstellung hinreichender Verfügbarkeiten notwendig sind: wird hier eine Anbindung an zwei verschiedene PoPs gefordert, so werden die zu überbrückenden Distanzen in aller Regel nochmals größer. Andererseits tritt das Problem nur bei Local Tail-Techniken auf, die zumindest anteilig nach Entfernung tarifiert werden (wie bei Festverbindungen, so genannten „Leased Lines“ in der Regel üblich). Spielt die Entfernung hingegen keine Rolle wie bei Local Tails auf Basis von DSL (Digital Subscriber Line), stellt eine solche Konstellation keinen kostenrelevanten Nachteil dar.
- Neben den Kosten ist auch die Kommunikationsqualität zu berücksichtigen: aufgrund der bei Plattformlösungen längeren Gesamtpfade steigt insbesondere die Paketverzögerung im Netz (Network Transit Delay, NTD) gegenüber „direkten“ Verbindungen in den allermeisten Fällen stark an. Dies ist insbesondere zu beachten, wenn derartige Kommunikationsnetze von Anwendungen genutzt werden, die laufezeitensensitiv sind, d.h. auf höhere Verzögerungswerte im Netz mit deutlich schlechterem Antwortzeitverhalten reagieren oder anderweitig nicht mehr optimal einsetzbar sind. Zu nennen sind hier vor allem dialogorientierte Datenbankanwendungen; aber auch Standard-Mechanismen in Microsoft-dominierten Netzen weisen hier ein ungünstiges Protokollverhalten auf.
- Bei sehr kleinen Netzen (im Extremfall einem, das nur aus zwei Standorten besteht) ist die Gesamtzahl notwendiger Netzverbindungen (Local Tails) höher als bei Netzen auf Basis von Punkt-zu-Punkt-Verbindungen. Auch hieraus - womöglich in Kombination mit dem zuerst genannten Aspekt - resultieren nicht selten erhöhte Kosten gegenüber einer „klassischen“ Netztechnologie.

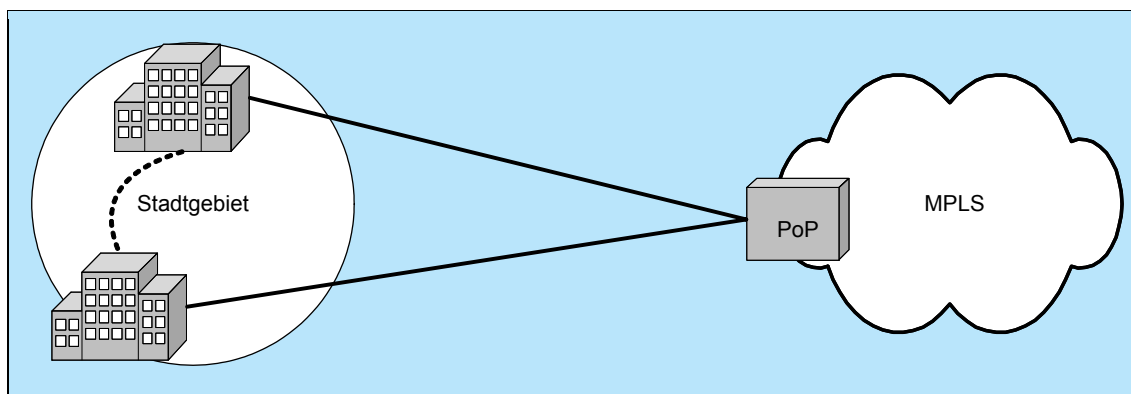


Abbildung 3.1: Ungünstige MPLS-Konstellation

Nichtsdestotrotz wird es heute in vielen Fällen auf MPLS hinauslaufen; ggf. sind einzelne Teile des Gesamtnetzes auf Basis anderer Ansätze zu realisieren. In Kapitel 3.3 findet sich ein konkretes Projektbeispiel, bei dem genau von dieser Strategie Gebrauch gemacht wurde.

Nennenswerte Konkurrenz zu MPLS-basierten Installationen stellt lediglich ein Virtuelles Privates Netz (VPN) auf Basis verschlüsselter Kommunikationstunnel durch das Internet dar. Ein solches, typischerweise mittels IPsec (Internet Protocol Security) realisiertes Internet-VPN (auch PI-VPN für „Public Internet“-VPN genannt) bietet üblicherweise die niedrigsten Kosten; im Gegenzug existiert allerdings auch keine oder bestenfalls lediglich rudimentäre Quality of Service (QoS). Wer diesbezüglich – etwa infolge des Einsatzes nicht ausreichend robuster Anwendungen – Mindestanforderungen hat, die über das hinausgehen, was ein PI-VPN leisten kann (typischerweise eine Priorisierung auf dem jeweiligen Local Tail, um den diesbezüglich kritischen Anwendungen zumindest lokal optimale Kommunikationsbedingungen zur Verfügung zu stellen), sollte besser auf MPLS ausweichen.

3.1.2 Local Tail-Technologien

Wenn es also MPLS sein soll, so stellt sich als nächstes die Frage nach dem Local Tail. Dieser macht üblicherweise einen großen Teil der Gesamtkosten für einen MPLS-Anschluss aus, so dass sich die Wahl einer kostengünstigen Lösung insgesamt sehr positiv auf das verfügbare Budget auswirkt – allerdings sind mit dieser Wahl potenziell Einschränkungen sowohl technischer Natur als auch hinsichtlich der möglichen Service Level Agreements (SLA) verbunden. Prinzipiell steht dabei eine Vielzahl technischer Anbindungsvarianten zur Verfügung; zu den am häufigsten eingesetzten gehören:

- Leased Lines
- DSL
- PI-VPN

3.1.2.1 Leased Lines

Leased Lines stellen die mit Abstand teuerste aber auch qualitativ hochwertigste Variante dar. Dabei spielt es kaum eine Rolle, um welche technische Ausprägung es sich konkret handelt; diese kann je nach Anbieter und Verfügbarkeit vor Ort variieren. Basis ist jedoch in aller Regel SDH (Synchrone Digitale Hierarchie), ein Verfahren, das dem Kunden auf der Basis eines TDM-Mechanismus (Time Division Multiplex) einen festen exklusiv nutzbaren Anteil an der in der Netzinfrastruktur verfügbaren Übertragungskapazität zur Verfügung stellt. Anders als bei z.B. MPLS findet dabei prinzipbedingt keinerlei „Überbuchung“ statt; temporär nicht abgerufene Kapazitäten können daher nicht von anderen Kunden genutzt werden. Aus diesem Grund ist SDH-Bandbreite teurer als MPLS-Bandbreite. In letzter Zeit beginnen sich insbeson-

dere Leased Lines auf Ethernet-Basis auf breiter Front durchzusetzen. Hauptgrund hierfür sind neben der Option, über eine weitestgehend transparente Ethernet-Schnittstelle alle wesentlichen Protokollmerkmale übertragen und somit insbesondere auch VLANs über Standortgrenzen hinweg bilden zu können, auch die gegenüber den klassischen Leased Line-Varianten E1 (2 Mbps), E3 (34 Mbps) oder STM1 (155 Mbps) deutlich geringeren Kosten. Letztere wiederum resultieren vor allem aus dem Einsatz erheblich preiswerterer und dabei infolge weniger komplexer Technik robusterer Hardware-Baugruppen. In Deutschland bietet beispielsweise die Deutsche Telekom mit „EthernetConnect“ eine derartige Lösung an; von den Mitbewerbern sind meist vergleichbare Produkte erhältlich.

Leased Lines werden üblicherweise nach 2 Kriterien tarifiert (wenn man einmal von der Option auf diverse Redundanzmechanismen, die naturgemäß ebenfalls kostenrelevant sind, absieht): Entfernung und Kapazität, d.h. nutzbare Übertragungsbandbreite. Ersteres ist in der Regel mehr oder weniger fix, d.h. konzeptionell kaum beeinflussbar. Unterschiede ergeben sich hier bei MPLS-Angeboten verschiedener Carrier vor allem deshalb, weil die PoPs naturgemäß unterschiedlich platziert sind: ist der Abstand zum nächsten PoP bei einem Anbieter geringer als beim Mitbewerber, so dürften die Kosten tendenziell auch entsprechend geringer ausfallen.

Hinsichtlich der Kapazität hingegen kann man konzeptionell sehr wohl Einfluss nehmen. Zwar ergibt sich die nutzbare Gesamtbandbreite logischerweise unmittelbar aus dem konkreten Bedarf – oder sollte dies zumindest tun – es gibt aber u.U. verschiedene Möglichkeiten, diese nutzbare Bandbreite technisch zu realisieren. Dies wiederum hängt mit der aus Nutzersicht eher ungünstig ausgefallenen Staffelung der verfügbaren Local Tail-Bandbreiten zusammen. Die klassischen, direkt auf SDH aufsetzenden Festverbindungen stehen (s.o.) in den Bandbreitenstufen E1 (2 Mbps), E3 (34 Mbps), STM1 (155 Mbps) und – falls es etwas mehr sein darf – auch als STM4 (622 Mbps) und STM16 (2,4 Gbps) zur Verfügung; dort wo anstelle von SDH SONET (Synchronous Optical Network) eingesetzt wird (z.B. in den USA) sehen die Bandbreiten im unteren Bereich übrigens etwas anders aus: anstelle von E1 steht dort T1 (1,5 Mbps) und anstelle von E3 entsprechend T3 (45 Mbps) zur Verfügung.

Diese Abstufungen sind recht grob; es stellt sich schnell die Frage, was zu tun ist, wenn der konkrete Bedarf beispielsweise 4 Mbps beträgt. Die elegante und technisch sauberste Lösung lautet: man nehme die nächst höhere Bandbreitenstufe (in unserem Beispiel also E3/34 Mbps) und beschränke die in der MPLS-Plattform tatsächlich nutzbare Kapazität auf 4 Mbps (diese real nutzbare Bandbreite wird auch häufig als Committed Access Rate (CAR) oder Port Speed bezeichnet). Dieser Ansatz funktioniert stets einwandfrei und ohne Einschränkungen. Nachteil: die Kosten – aufgrund des großen Anteils des Local

Tails an den Gesamtkosten für einen MPLS-Anschluss wiegt die teure E3-Anbindung schwer!

Kostengünstiger lässt sich eine solche „Zwischenbandbreite“ mittels Link Aggregation abbilden. Hierbei werden mehrere (in unserem Beispiel zwei) schmalbandigere Leased Lines zu einer zusammengefasst, die dann die gewünschte Bandbreite bietet. Je nach Tarif des Anbieters rechnet sich diese Vorgehensweise stets, solange man nicht zu viele Leitungen aggregiert. Im häufigen Fall der Aggregation von E1-Links ist ein E3-Link meist erst ab der (notwendigen) Zusammenfassung von mehr als 6 – 8 E1-Links kostengünstiger. Ein angenehmer Nebeneffekt dieses Ansatzes ist, dass er sich meist gut mit Redundanzmechanismen kombinieren lässt: Existieren zum Zwecke der Link-Aggregation ohnehin mehrere physikalische Anbindungen, so lässt sich eine redundante Anbindung ohne nennenswerten Mehraufwand hinsichtlich der Netzkapazitäten realisieren.

Dringt man allerdings in Regionen höherer Bandbreiten vor, so rechnet sich der Trick nicht mehr: beispielsweise sind die Kosten für zwei E3-Leitungen und die für eine STM1-Leitung nahezu identisch – letztere bietet aber fast die doppelte nutzbare Kapazität. Lediglich in Verbindung mit ohnehin notwendigen Redundanzmaßnahmen macht hier die Aggregation noch Sinn, wenn also die zusätzliche Anbindung unabhängig von der angestrebten Kapazitätserhöhung ohnehin erforderlich ist.

An dieser Stelle ist ein Hinweis für jene angebracht, die ihr Netz im Wege einer Ausschreibung realisieren lassen, sei es gezwungenermaßen (etwa als öffentlicher Auftraggeber) oder gezielt, um einen möglichst optimalen Preis am Markt zu erzielen: werden Kniffe der beschriebenen Art erwogen, so sollte in den Ausschreibungsunterlagen ausdrücklich auf eine solche Option hingewiesen werden. Da es nur bedingt im Interesse der Anbieter liegt, den Kunden auf Einsparpotenziale hinzuweisen, werden meist die teureren Varianten (s.o.) für das Design gewählt. Fairerweise muss darauf hingewiesen werden, dass die Link-Aggregation auch ihre Tücken hat, aber dazu später mehr...

3.1.2.2 DSL

DSL bietet die Option, Standorte extrem preiswert – zumindest verglichen mit den recht teuren Leased Lines – an den MPLS-Backbone anzubinden. Dabei stehen grundsätzlich beide Varianten, die asymmetrische wie auch die symmetrische, zur Verfügung. Voraussetzung ist natürlich, dass die Technologie am jeweiligen zu versorgenden Standort verfügbar ist und auch die benötigte Kapazität geschaffen werden kann. Da DSL ein Consumer-Produkt ist – nicht zuletzt deshalb ist diese Anbindungsvariante so kostengünstig – kann die lokale Verfügbarkeit stark schwanken, je nach momentaner Anzahl auf die DSLAMs (DSL Access Multiplexer) der Vermittlungsstelle aufgeschalteter Kunden.