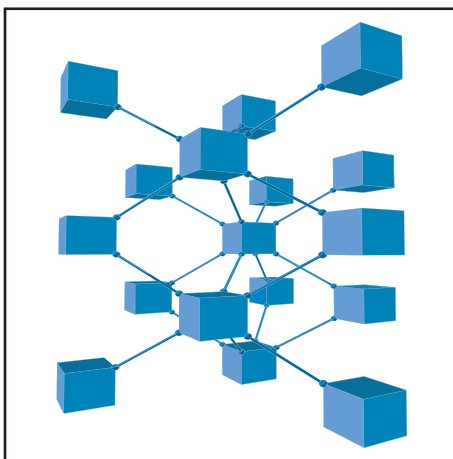


IT-Infrastrukturen und Technologien 2020: Trendanalyse

von Dr. Jürgen Suppan

Dieser Artikel untersucht die Entwicklung der IT-Infrastrukturen in den nächsten 5 Jahren mit Schwerpunkt auf den folgenden Fragestellungen:

- Welche neuen Herausforderungen gibt es?
- Was bestimmt den Bedarf?
- Warum weicht der Bedarf vom bisherigen Bedarf ab?
- Was sind wichtige Komponenten der IT-Infrastruktur 2020?
- Welche Entscheidungen müssen getroffen werden?



Die Analyse der IT-Infrastruktur-Entwicklung ist Gegenstand eines Reports von ComConsult Research, der momentan exklusiv für die Teilnehmer der ComConsult Technologietage erarbeitet wird.

weiter auf Seite 10

Zweitthema

SDN, NFV, OpenFlow und Virtualisierungs-Protokolle – Zusammenhänge, Perspektiven, Marktrelevanz - Teil 4

von Dipl.-Inform. Petra Borowka-Gatzweiler

5.6 LISP: Locator / ID Separator Protocol

Das von Cisco entwickelte Locator/ID Separation Protocol ist in mehreren RFCs offengelegt (RFCs 6830, 6831, 6832, 6833, 6834, 6836), wird jedoch im Wesentlichen nur von Cisco unterstützt. Zielsetzung ist,

wie der Name schon sagt, die Trennung der Endgeräte-Adresse vom physischen Standort, um eine beliebige Migration zu ermöglichen. Cisco sieht hierbei nicht nur das RZ sondern ganz allgemein auch andere mobile Endgeräte, sofern die LISP-Infrastruktur auf die entsprechenden Netzwerke ausgedehnt wird.

Die IP-Adressen heißen Endgeräte ID (EID) und werden für die Erkennung von (Sessions zwischen) Endgeräten (IP Adresse) genutzt. Die Wegwahl / Weiterleitung über erfolgt LISP Tunnel und über Routing Locators (RLOC).

weiter auf Seite 21

Geleit

Die Cloud löst alle Probleme!

auf Seite 2

Standpunkt

Eigenbetrieb oder besser Outsourcing?

auf Seite 19

Report-Neuerscheinung

ComConsult Communications Index

auf Seite 9

Aktuelle Veranstaltungen

ComConsult Technologie-Tage 2015 ComConsult UC-Forum 2015

ab Seite 4

Quality of Service

auf Seite 20

Zum Geleit

Die Cloud löst alle Probleme!

Wer braucht noch ein Rechenzentrum, das Wochen oder Monate braucht um Server und laufende Applikationen bereit zu stellen? Wir haben doch die Cloud! Die stellt uns doch in Minuten alles im Rahmen eines Self-Service-Portals zu Spottpreisen bereit, oder?

Natürlich können Sie bei Amazon Server-/Rechenleistung im Sinne einer virtuellen Maschine und den zugehörigen Speicher innerhalb von Minuten aktivieren und tatsächlich sind die Preise für sich gesehen attraktiv. Was haben Sie damit gewonnen? Sie haben die Hardware eines Servers und des zugehörigen Speichers in Ihrem Rechenzentrum ersetzt. Sehr schön. Aber wo kommt die Anwendung her, wer installiert die Datenbank, wer konfiguriert die Datenbank, wer setzt die Benutzer auf, wer setzt eine Sicherheits- und Zugangs-Lösung um? Die Server-Hardware ist weniger als 5% der IT-Architektur, die Sie in Summe brauchen, um einen Betriebsprozess für Anwender umzusetzen. Durch den Einkauf von Infrastruktur as a Service IaaS gewinnen Sie erst einmal gar nichts. Im Gegenteil, Sie generieren Fragezeichen für den Betrieb. Wen ruft denn der Operator im RZ um Mitternacht bei Amazon an, wenn es ein Problem gibt? Oder wie sieht überhaupt die 24/7-Lösung in Ihrem Unternehmen bei Cloud-Nutzungen aus? Vielleicht ist Amazon einfach nur das falsche Beispiel, wir sollten uns besser an komplett einkaufbaren Services orientieren!

Gute Idee, machen wir das mal. Führen wir bei Ihnen CRM ein. Und gehen wir gleich auf Nummer sicher und bleiben vorsichtshalber beim Marktführer, dann kann uns wenigstens keiner hinterher kritisieren. Also kaufen wir uns bei Salesforce ein. Gehen wir doch einfach zum Salesforce-Portal und kaufen uns die entsprechenden Arbeitsplätze ein. Spitzen-Idee! Dummerweise hat Salesforce kein CRM-Portal (wie viele der höherwertigen SaaS-Angebote in der Cloud, nicht zu vergessen das schlimmste von allen, das Microsoft 365 „Portal“), auf dem sie irgendetwas einkaufen oder dynamisch erzeugen können. Sie können nur über einen Vertrieb am Telefon Leistungen einkaufen oder eingekaufte Leistungen ändern. Und basierend auf Ihren Spezifikationen wird Salesforce dann manuell eine Instanz in der Multi-Mandanten-Datenbank anlegen.

Ok, aber jetzt kann es losgehen, oder? Im Prinzip ja, Sie müssen nur noch das Datenmodell für Ihren Vertrieb anlegen. Das können wir uns doch bestimmt



schnell zusammen klicken, oder? Sieht doch alles sehr ergonomisch aus bei Salesforce! Na ja, leider kann man auf nicht existierende Felder nicht einfach klicken. Und Salesforce stellt ein Basis-Objektmodell bereit, das von Ihnen nach Ihrem Bedarf erweitert werden muss (das geht allerdings wirklich gut).

Ach ja, Sie wollen auch noch Funktionalität, jetzt werden Sie aber gierig! Geht aber natürlich. Die einfachste Lösung sind JavaScript-Applikationen, die Sie über Feldtrigger (herzlichen Glückwunsch zur Eroberung der obersten Salesforce-Lizenzstufe) oder per Button auslösen. Sie können aber natürlich auch weiter gehen und komplette Force-Applikationen auf dem Salesforce-Entwicklungs-Portal programmieren.

Aber jetzt sind Sie endlich fertig, oder? Na ja, da wären noch ein paar unwesentliche Kleinigkeiten. Zum Beispiel die Kopplung zu ihrem ERP-System für den unwahrscheinlichen Fall, dass einer Ihrer Vertriebsmitarbeiter erfolgreich war und mit einem Auftrag nach Hause kam. Salesforce zu SAP-Hana-Kopplung: endlich mal eine Herausforderung im öden IT-Alltag. Ist nicht wirklich kompliziert, Sie nutzen die Salesforce-Web-APIs und eine Programmiersprache wie Python und schon sind Sie fast fertig (wenn Sie viel Glück haben, ansonsten siehe den Verweis auf Force). Ach ja, natürlich hat das Auswirkungen auf das Zustandsmodell in Salesforce. Sie wollen ja eine Rechnung nicht mehrfach an SAP übergeben, oder sagen wir mal, Ihre Kunden würden das nicht wirklich schätzen.

Aber dann sind doch sicher alle Aufgaben umgesetzt und es kann losgehen, oder? Im Prinzip schon (das hatten wir schon

mal). Es gibt da noch das kleine Problem, dass Salesforce sich weltweit in autonome Untergesellschaften zum Beispiel für Asien-Pazifik und EMEA unterteilt hat. Kein Thema, ist ja nicht Ihr Problem, oder? Solange Sie keinen Wert darauf legen, den Help-Desk anzusprechen oder die Rechnung an eine bestimmte Landesgesellschaft zu bekommen, nein. Und Probleme werden Sie ja in der Cloud sowieso nicht haben, also wer braucht schon einen Help Desk (zum Beispiel der Mitarbeiter, der auf einem iPhone 6Plus, das extra für solche Anwendungen angeschafft wurde, versucht einen Salesforce-Bericht in der Salesforce-App auszuführen und dabei feststellen muss, dass nicht alle definierten Reports in der App laufen. Aber das betrifft ja in der Regel nur die Führungskräfte und nicht die Vertriebsleute, die die eigentliche Arbeit machen, ist also nicht so schlimm. PS: Sie können die App im Benutzer-Profil deaktivieren und mit dem normalen Browser zugreifen, dann geht es).

Aber das muss es doch jetzt endgültig sein, oder? Nun, Salesforce hat natürlich erkannt, dass Vertriebsaktivitäten eine Koordination erfordern. Um das Problem zu lösen wurde Chatter in die Salesforce-Lösung integriert. Aber ähnlich wie bei Microsoft Office 365 mit Yammer sind solche integrierten Services häufig deutlich schlechter als die Point-Solutions, die sich wie in diesem Beispiel Jive nur auf diese Funktionalität konzentrieren. Tatsächlich ist die Salesforce-Chatter-Lösung auch deutlich schlechter als Lösungen wie Redbooth. Und damit sind wir noch nicht fertig. Sie wollen natürlich auf der einen Seite direkt aus dem Umfeld heraus kommunizieren, sei es als Videokonferenz oder als UC-Anruf. Das hat Salesforce nicht, aber Sie können mit Partnerlösungen arbeiten. Die sind aber in der Regel nicht konform mit der bei Ihnen im Hause eingesetzten UC-Lösung. Wenn Sie die aber nutzen, geht der automatische Historieneintrag verloren.

Jetzt sind wir aber fertig, oder? Na ja, da wären noch die lästigen Dokumente, die Sie ablegen wollen. Das können Sie natürlich isoliert in Salesforce machen. Aber das hat verschiedene Nachteile und löst auch nicht die koordinierte Weitergabe an Externe. An dieser Stelle ist also eine Diskussion über Tools wie Box.com und deren Integration angesagt.

Was ist jetzt von unserem Anspruch übrig geblieben, innerhalb von Minuten oder Stunden aus einem Self-Service-

Schwerpunktthema

IT-Infrastrukturen und Technologien 2020: Trendanalyse

Fortsetzung von Seite 1



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. Er leitet das internationale Labor von ComConsult-Research in Christchurch, das die Technologieentwicklung in Asien, Australien, den USA und Europa analysiert und für Kunden bewertet. Gleichzeitig ist er Inhaber der ComConsult Akademie und der ComConsult Research GmbH.

Trendanalyse 2020: Rahmenbedingungen für Investitionen

Investitionsentscheidungen für IT-Infrastrukturen sind immer sehr kritisch zu betrachten:

- Unternehmen sind abhängig von leistungsfähigen, anpassungsfähigen und zukunftsorientierten IT-Infrastrukturen. Versäumnisse in diesem Bereich können wichtige Projekte um Monate oder auch Jahre verzögern. IT-Infrastrukturen müssen deshalb als Fundament für zukünftige Projekte mit einem deutlichen Zeitvorsprung etabliert werden.
- IT-Infrastrukturen sind nicht unabhängig voneinander zu sehen. Zum Beispiel haben wir durch die in den letzten 10 Jahren in den Rechenzentren erfolgten Konsolidierungen als Abfallprodukt eine noch stärkere Abhängigkeit zwischen Server, Netzwerk, Sicherheitsboxen und Speicher erhalten. Ist es also erforderlich eine bestimmte Infrastruktur zu verändern, dann kann das Folgekonsequenzen für andere Infrastrukturen haben.
- Wir denken zunehmend in Anwendungs-Prozessen. Waren IT-Anwendungen in der Vergangenheit in sehr einfache Technologie-Gruppen einteilbar, so ist das heute kaum noch möglich. Enterprise Resource Management, Customer Relationship Management oder Human Relations sind typische Beispiele für Nutzungsprozesse, die eine durchgängige IT-Unterstützung erfordern. IT-Infrastrukturen in diesen Bereichen können komplex und Standort-übergreifend sein.

- Nutzungs-Szenarien werden immer dynamischer, um Kern-Prozesse im Unternehmen besser abbilden zu können (Schlagwort: Digitalisierung der Unternehmen). Dies kann in kürzester Zeit zu völlig neuen Anforderungen führen. Gleichzeitig entfernen sich die Anforderungen immer mehr von reinen Kapazitäts-Anforderungen. Im Zeitalter von "an jedem Ort, mit jedem Endgerät, zu jeder Zeit" lassen sich IT-Infrastrukturen nicht auf Kapazitätsfragen reduzieren. Real bedeutet es, dass wir Infrastrukturen so gestalten müssen, dass sie nach Möglichkeit skalieren können.

Zusammengefasst bestimmen folgende Faktoren den zukünftigen Bedarf für IT-Infrastrukturen:

- IT-Infrastrukturen müssen als langfristiges Fundament gesehen werden, als Investition in die Zukunft, der Planungshorizont sollte dabei klar definiert und bestimmt sein.
- IT-Infrastrukturen müssen als abhängig von einander betrachtet werden. Entscheidungen sollten in einem Gesamtkonzept erfolgen.
- IT-Infrastrukturen müssen den langfristigen Bedarf von Anwendungs-Prozessen berücksichtigen.
- IT-Infrastrukturen müssen qualitativ und quantitativ dynamisch sein und sich ändernde Anforderungen schnell anpassen können. U.a. muss es ein Konzept zur Skalierung geben.

Welche Prozesse können verbessert werden?

Einige Beispiele sollen eine Idee für typische Szenarien geben:

- Ressourcen-Optimierung: dies ist ein breites Feld, das von der Parkraum-Optimierung in Städten oder an Flughäfen über Transport-Optimierung bis zur besseren Auslastung von Fertigungs-Umgebungen reicht. Gleiches gilt für den Behörden- und Gesundheitsbereich. Die Frage ist hier in der Regel nicht, ob wir in der Lage sind, 5% mehr aus den bestehenden Kapazitäten heraus zu holen, sondern ob wir das in wirtschaftlicher Form können. Hier ist sofort erkennbar, dass die dabei einzusetzenden IT-Technologien eine tragende Rolle spielen müssen. Moderne Technologien bilden die Basis für eine Wirtschaftlichkeit, die wir zuvor nicht erreichen konnten. Ein wesentliches Element dieser Lösung ist häufig Kommunikation und die Integration in mobile Endgeräte.
- Vertriebs-Optimierung: mehr Leads pro VB in Kombination mit einer höheren Erfolgsquote ist das pauschale Ziel. Möglich wird dies durch eine bessere Selektion von Zielgruppen und eine weitergehende Automatisierung der Vertriebsabläufe. Das hört sich harmlos an, ist aber tatsächlich im Umfang der sich daraus ergebenden Möglichkeiten eine Revolution. Die Integration sozialer Medien, neue Formen des Marketings und die Kombination des Ganzen mit einer intelligenten und effizienten Personal-Steuerung sind die tragenden Elemente (das Wort Big-Data wird hier mit Absicht nicht genannt, aber wenn sie wollen,

IT-Infrastrukturen und Technologien 2020: Trendanalyse

können sie das hier einfügen, persönlich sind wir sehr kritisch mit diesem Begriff, das Problem der Reduktion großer Datenmengen auf eine kleine Menge sinnvoller Information ist nicht trivial. Die Frage ist auch, ob im Marketing nicht von vornherein Methoden zum Einsatz kommen sollten, die Information in deutlich selektiverer Form sammelt). Auch hier ist sofort offensichtlich, dass wir die IT als tragendes Element dieser Entwicklung sehen müssen.

- **Human Ressource Management:** die Herausforderung besteht darin, die besten Arbeitskräfte im Markt zu identifizieren und für ein Unternehmen zu motivieren und nach der Einstellung ein Arbeitsumfeld schaffen, das eine optimale Effizienz verbunden mit einer hohen Zufriedenheit der Mitarbeiter erreicht. In einem Personalmarkt, der gerade bei spezialisierten Arbeitskräften immer enger wird, ist das nicht einfach. Auch hier stellt sich die Aufgabe, diesen Prozess möglichst wirtschaftlich zu gestalten. IT spielt wieder eine tragende Rolle.
- **Betriebs-Optimierung:** die Effizienz und die Wirtschaftlichkeit des IT-Betriebs ist selber eine wesentliche Aufgabe. Nicht nur haben wir eine zunehmende technologische Breite, wir haben auch trotz eines hohen Reifegrades der eingesetzten

Technologien eine zunehmende Komplexität. Kombiniert man dies mit einem zunehmenden Personal-Mangel in diesem Bereich und den besonderen Herausforderungen eines 24/7-Betriebs, dann wird deutlich, dass die bisherigen Methoden des Betriebs je nach Unternehmen nicht nur an wirtschaftliche Grenzen stoßen können, sondern fast schon zu einem Risiko werden. Schon kleine Fehlentscheidungen auf der technischen Seite unter Vernachlässigung der Betriebsaspekte können die bestehende Balance zum Kippen bringen. (siehe Abbildung 1)

Zusammengefasst lässt sich sagen:

- Im Rahmen der Digitalisierung unserer Unternehmen werden wir eine zunehmende Optimierung und Neuorientierung von Kernprozessen auf der Anwendungsseite erleben. Dies begründet sich auch in den veränderten technischen Möglichkeiten.
- Entsprechend muss ein flexibles IT-Infrastruktur-Fundament geschaffen werden, das in kurzer Zeit neue Kapazitäten bereitstellen kann und in seiner Architektur an der Struktur der Prozesse ausgerichtet sein muss. Dies erfordert eine intensivere Service-Orientierung der IT.
- In diesem Rahmen müssen auch die Betriebsprozesse geeignet angepasst werden. Dies wird ein dazu passendes technologisches Fundament erfordern.

IT-Infrastrukturen 2015: was ist so besonders daran?

Betrachten wir den Markt für Netzwerke, Speicher, Server und passive Infrastrukturen, dann können wir von einer ausgereifen und gesättigten Marktsituation mit einem Oligopol von Anbietern sprechen. Die Zeiten sind vorbei, in denen wir im Netzwerk oder auf der Serverseite händelnd auf mehr Kapazität mit der nächsten Technologie-Welle gewartet haben und dann auch bereit waren fast jeden Preis dafür zu bezahlen. Gleichzeitig sind die Preise pro Server, Netzwerk-Anschluss oder Tera-Byte-Speicher so weit gefallen, dass die Entscheidung für eine einzelne Technologie kaum noch als strategisch angesehen wird. (siehe Abbildung 2)

Diese Situation eines reifen Marktes mit niedrigen Preisen hat leider eine Reihe unangenehmer Konsequenzen:

- Kaufentscheidungen werden schnell und zum Teil auch ohne weitergehende Überlegung getroffen. Das Resultat ist ein Wildwuchs an Technologien, die so in keiner Form mehr beherrschbar sind.

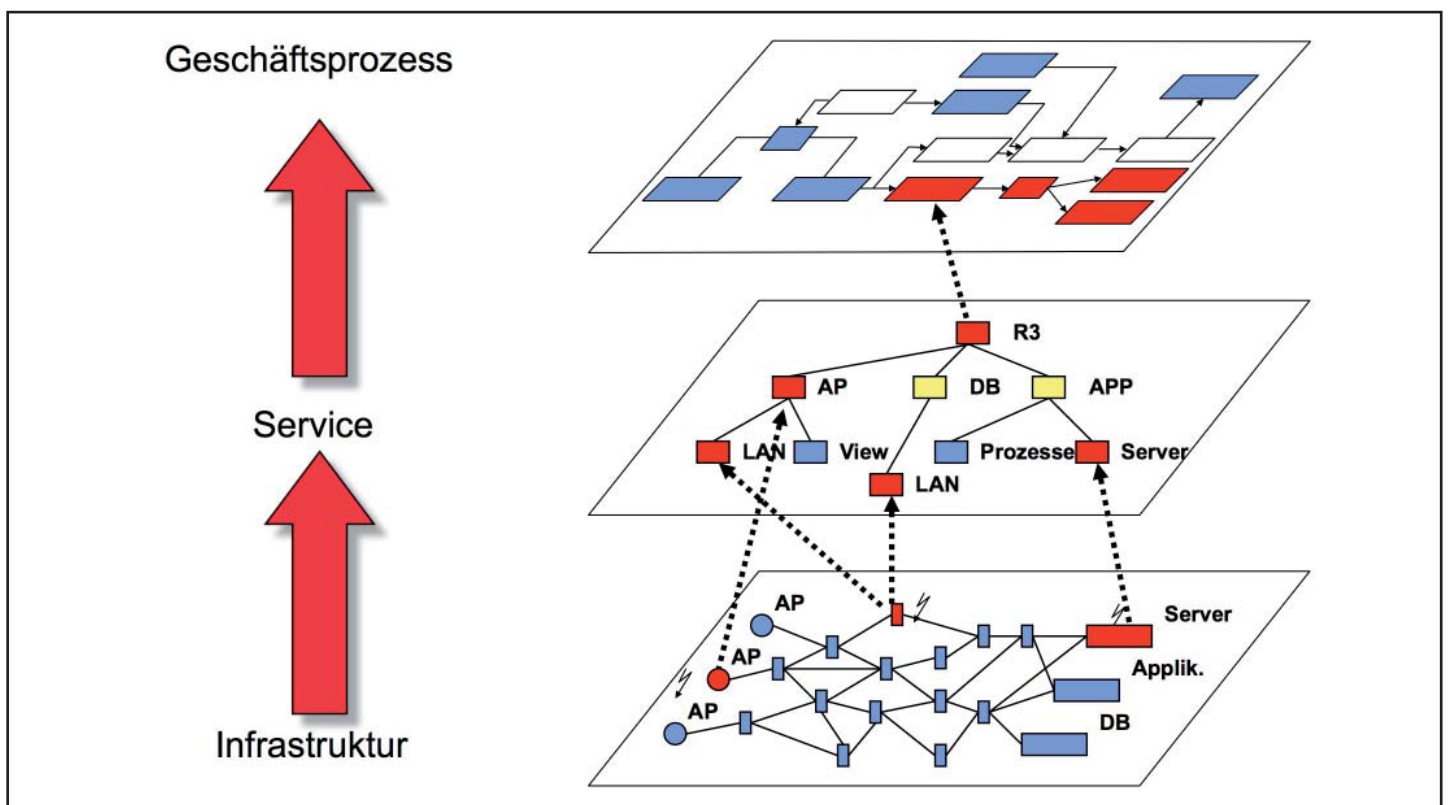


Abbildung 1: Für die Effizienz des 24/7-Betriebs entscheidend: Formale Verknüpfung zwischen IT-Infrastruktur und Geschäftsprozess, Ziel: Root Cause Analysis
Quelle: System-Management-Tutorial, ComConsult Akademie, Dr. Suppan

Zweitthema

SDN, NFV, Open-Flow und Virtualisierungs-Protokolle

Zusammenhänge, Perspektiven, Marktrelevanz (Teil 4)

Fortsetzung von Seite 1

Die LISP Infrastruktur (siehe Abbildung 4.12) benötigt zusätzlich zu den Ingress und Egress Komponenten (in diesem Fall Router) einige zentrale Komponenten:

- Map Server und Map Resolver als zentrale Registrierungs-Datenbanken
- Egress und Ingress LISP Router (Parallele MPLS!) am Ein- und Ausgang der LISP Infrastruktur, xTR genannt (x-Tunnel Router, x = Ingress oder Egress)
- P-ETR und P-ITR als Proxys (Gateways) zur Anbindung von non-LISP Standorten / Bereichen

Die Enkapsulierungs-Tunnel haben einen IP / UDP / LISP Header und befinden sich zwischen LISP Routern (nicht zwischen vSwitches!).

Zur Paketbearbeitung ist jeder LISP-fähige Router in der Lage, EIDs auf RLOCs abzubilden. Er tut dies mithilfe von Informationen, die mittels LISP zwischen den Rou-

tern ausgetauscht werden, respektive von den zentralen Komponenten Map Server und Map Resolver erfragt werden. Beim Empfang eines Paketes mappt der LISP Router zum Weiterleiten einen RLOC auf die Ziel-EID, das mittels LISP enkapsulierte Paket wird durch den LISP-Tunnel zum Ziel RLOC gesendet.

VM-Mobilität wird in LISP dadurch erreicht, dass die betreffenden EIDs der VMs als dynamische (roaming) EIDs registriert werden. Im Beispiel aus Abbildung 4.13 läuft eine VM zuerst im DC West und ist auf den RLOC B gemappt. Dann migriert sie ins DC Ost. Sobald sie dort hochgefahren wird, sendet sie ein ARP/ IP Paket an ihren Default Router oder ein Datenpaket an die (v) MAC Adresse des Default Routers. Somit taucht eine neue EID als Source am xTR auf, dadurch wird Migration erkannt. Es erfolgt ein Mapping der EID auf den neuen RLOC im DC Ost. Der xTR Router am remote LISP Standort lernt, dass RLOC C

Dipl.-Inform. Petra Borowka-Gatzweiler leitet das Planungsbüro UBN und gehört zu den führenden deutschen Beratern für Kommunikationstechnik. Sie verfügt über langjährige erfolgreiche Praxiserfahrung bei der Planung und Realisierung von Netzwerk-Lösungen und ist seit vielen Jahren Referentin der ComConsult Akademie. Ihre Kenntnisse, internationale Veröffentlichungen, Arbeiten und Praxisorientierung sowie herstellerunabhängige Position sind international anerkannt.



der neue Weg zu dieser VM (diesem Endgerät) ist. Allerdings funktioniert das nur, wenn der Router C im DC Ost die Adressen (MAC, IP) des bisherigen Default Routers übernimmt.

Wichtig bleibt, dass bei einer subnetz-internen Migration das Subnetz natürlich durchdefiniert sein muss, sonst geht die interne Konnektivität verloren. Layer-2 Verfahren hierfür können OTV, VPLS, SPBM (wird leider von Cisco nicht unterstützt) oder ähnliche sein.

Interessanterweise implementiert Cisco selbst aktuell eine Art "LISP-Funktionalität" in seiner eigenen strategischen Data Center Architektur ACI mittels zentralem Controller und VXLAN Enkapsulierung (also nicht originäres LISP).

Daher möge der Leser sich über die strategische Zukunfts-Sicherheit von LISP seine eigenen Gedanken machen.

Die Bewertung von LISP ist in Tabelle 4.5 zusammengefasst.

5.7 NSH: Network Services Header

Den endgültigen Schulterschluss zu SDN/ NFV liefert NSH (IETF: NSH Network Services Header Draft 05, Jan. 2015) als Overlay Protokoll: Wichtige bis kritische Layer-4-7 Dienste sind auf dem Weg in die Virtualisierung, da diese typischerweise komplexeren, "Composite" Dienste aktuell mit hohen operativen Kosten versehen sind. Solche Dienste betreffen, wie bereits im Kapitel NFV dargelegt wurde:

- Server Load Balancing (SLB)

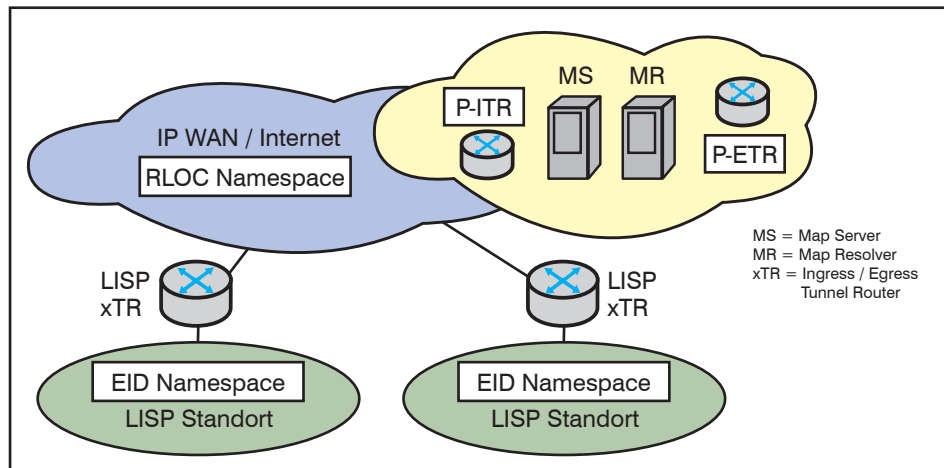


Abbildung 4.12: LISP Infrastruktur

SDN, NFV, OpenFlow und Virtualisierungs-Protokolle - Teil 4

Funktion, Skalierbarkeit	LISP	
Skalierung: Anzahl virtueller Netze	Limitiert durch die Datenbank und EID Tabellen der xTR Router	😊
Netzwerk Reichweite (Durchmesser)	LAN und WAN	😊
Einsatzbereich	DC, Campus und WAN	😊
Trennung RZ-Netz / Anwendungs-Ebene	Router	😊
Spezifikation der Control Plane	Ja	😊
Zusatzkomponenten	MS, MR, P-ETRP-ITR; kann auf xTR oder OpenSource LISP mit laufen (Skalierbarkeit)	😊
Unterstützung dynamischer VM-Migration	Ja	😊
Mandantenfähigkeit	IID-Feld (24-Bit) kann mit VRF verknüpft werden (wie MPLS); dann sind überlappende EIDs möglich.	😊
Enkapsulierung	IP / UDP / LISP Header	😊
Multicast Anforderungen	Keine	😊
Routing Unterstützung	xTR am Edge, jeder Router oder L3-Switch im LISP Netz	😊
Routing Unterstützung im Tunnelendpunkt	n/a	😊
optimiertes Routing im Transportnetz	Ja	😊
Multipath / Lastverteilung im Transportnetz	Ja (z.B. Hash über 5-Tupel)	😊
TE im Transportnetz	LISP LCAF Draft (erweiterter Header; Policy in DB erfragen, z.B. für AID Appl. ID)	😊
QoS-Unterstützung	DS Byte im äußeren Header	😊
MAC Adresstabelle	Backbone lernt nur MAC-Adressen der Backbone Switches, am Edge MAC Tabellen je Standort	😊
Hardware Parsing	Ja, jedoch ohne LISP Header; vergleichbar zu GRE HW Parsing	😊
Standardisierung	RFC 6830	😊
Hersteller-Unterstützung (Autoren)	Cisco	😊
Produktkategorien	Layer-3 Switch, Router	
Produktstatus	Eingeschränkt	😊
		8

Tabelle 4.5: Bewertung von LISP

- Intrusion Detection / Protection System (IDS, IPS)
- Firewall (FW)

Wie der Name schon sagt, übermittelt NSH Dienstinformationen und zwar insbesondere zur Implementierung von Service Chaining, d.h. geordnetes, kaskadiertes Durchlaufen mehrerer Service-Komponenten / Service-Instanzen vor der endgültigen Ablieferung eines Pakets an den Empfänger. Diese Dienste werden oft in einer festgelegten Reihenfolge durchlaufen, z.B. FW2 → IPS12 → SLB5. Somit gibt es eine 1:N Beziehung zwischen Servicekette (Service Chain) und Service-Pfad (Service Path). Anstelle von statischen Appliances sind Service Funk-

tionen jetzt flexible Ressourcen mit Attributen, die entsprechend der Scheduling Reihenfolge assoziiert werden.

Notwendige Policy Informationen hierfür werden als Metadaten übertragen – zum Beispiel mit NSH. Dieses leistet die Umsetzung der Service Chain mittels Data Plane Header, der eine dedizierte Service Plane generiert. Hierbei ist die Basis-Enkapsulierung beliebig, denkbar wären z.B. VXLAN, VXLAN GPE, GRE, NVGRE, LISP, ...

Die Header-Übersicht von NSH ist in Abbildung 4.14 dargestellt. Sie zeigt, dass NSH hinsichtlich Transport Enkapsulierung agnostisch ist. Der eigentliche NSH-Header besteht aus einem Basis Header,

dem Service Path Header, vier festen Context Headern und optionalen Context Headern, in denen variable Metadaten transportiert werden können. Der fixe Teil des NSH-Headers ist somit in Hardware implementierbar.

Im Basis Header stehen zuvorderst zwei Bitflags O und C für OAM und kritische Metadaten (Critical Metadata). Die eingetragene Länge entspricht der Anzahl 4-Byte Worte des gesamten NSH (muss ≥ 6 sein). Der MD Typ (Metadaten): definiert das NSH Format, das auf den Basis-Header folgt sowie den Typ der transportierten Metadaten: 0x01 für NSH Basis-Header mit 4 fixen Context Headern und 0x02 für NSH Header mit Context Hea-