



Projektgruppe Zugang, Struktur und Sicherheit im Netz

3 Fragen zum Thema „IPv6 - Sicherheitsaspekte“

Fragen an Herrn Martin Turba

- Wie ist der aktuelle Sachstand bei der Umsetzung und Einführung von IPv6 in Deutschland? Welche Meilensteine wurden bereits erreicht, welche stehen kurz- und mittelfristig bevor?
- Welche Bereiche bereiten bisher bei der Umstellung noch die meisten Schwierigkeiten und warum?
- Wie steht Deutschland bei der Einführung von IPv6 im europäischen und internationalen Vergleich dar?

Schriftliche Stellungnahme

zu den Fragen der Projektgruppe Zugang, Struktur und Sicherheit im Netz
der Enquete-Kommission Internet und digitale Gesellschaft
des Deutschen Bundestags

Martin Turba, Fraunhofer CC-LAN*

16. Mai 2012

1 Wie ist der aktuelle Sachstand bei der Umsetzung und Einführung von IPv6 in Deutschland? Welche Meilensteine wurden bereits erreicht, welche stehen kurz- und mittelfristig bevor?

In Deutschland wurde die Notwendigkeit der Einführung von IPv6 als neues gemeinsames Internet-Kommunikationsprotokoll, welches das aktuell verwendete Vorgängerprotokoll IPv4 mittel- bis langfristig ablösen wird, inzwischen erkannt. Insbesondere durch die neuerlichen Pressemeldungen bezüglich der IPv4-Adressknappheit hat diese Notwendigkeit auch eine breite Aufmerksamkeit in der Bevölkerung erlangt.

IPv6-Einführung bei Internet-Providern schon weit fortgeschritten In den Backbone-Netzen der Internet-Provider ist die Einführung von IPv6 schon weit fortgeschritten. Zwar ist – verglichen zu IPv4 – nach wie vor noch eine wesentlich geringere Anzahl an IPv6-Verbindungen (im Vergleich zu IPv4-Verbindungen) zu verzeichnen; IPv6 scheint jedoch bei Internet-Providern schon heute zum normalen Tagesgeschäft zu gehören, wie beispielsweise den nebenläufigen Gesprächsthemen auf Netzbetreiber-Treffen¹ zu entnehmen ist.

*Das Fraunhofer Competence Center LAN (CC-LAN) ist ein kooperativer Verbund der Fraunhofer-Institute AISEC, IGD, SIT und UMSICHT mit ihren Standorten in München, Darmstadt und Oberhausen. Es ist eine zentrale Anlaufstelle für alle Fraunhofer-Institute und Kunden aus der Industrie und dem öffentlichen Bereich für das Thema LAN und WLAN sowie verwandte Themen wie Security, WAN, Mobility und Verkabelung.

¹Beispielsweise das Treffen der „German Network Operators Group (DENOG)“, <http://www.denog.de/>

Heimanwender noch ohne IPv6 Demgegenüber bleiben Heimanwender zunächst größtenteils außen vor, da bisher noch fast kein Provider DSL-Anschlüsse mit Dual-Stack-Anbindung² zur Verfügung stellt. Kunden, die schon heute IPv6 an ihrem DSL-Anschluss verwenden möchten, sind gezwungen, auf Tunnel-Lösungen auszuweichen³. Vereinzelt Berichten und Gesprächen auf dem diesjährigen IPv6-Kongress⁴ zufolge sammeln jedoch große DSL-Provider in Deutschland inzwischen Erfahrungen mit dem Rollout von Dual-Stack-Anbindungen an DSL-Heimanwender im Rahmen von „Friendly User“-Tests. Dies lässt darauf schließen, dass kurz- bis mittelfristig mit einem allgemeinen Rollout von IPv6 auf DSL-Anschlüssen zu rechnen ist; in diesem Zuge ist ein deutlicher Anstieg der IPv6-Nutzung und der generellen Verbreitung in Deutschland zu erwarten.

IPv6-Einführung bisher hauptsächlich in großen Unternehmen Insbesondere in klein- und mittelständischen Unternehmen scheint für die Einführung von IPv6 nach wie vor noch keine dringende Notwendigkeit gesehen zu werden. Dagegen scheinen insbesondere international agierende Unternehmen schon relativ weit fortgeschritten zu sein – dort bietet die Einführung von IPv6 auch einen direkten Mehrwert, da beispielsweise bei der IT-Integration von „Mergers & Akquisitions“ inzwischen sogar die zur Verfügung stehenden privaten IPv4-Adressbereiche⁵ knapp werden und es immer häufiger zu Überschneidungen bei der Nutzung dieser Adressbereiche (mit den daraus resultierenden Schwierigkeiten) kommt.

2 Welche Bereiche bereiten bisher bei der Umstellung noch die meisten Schwierigkeiten und warum?

Die IPv6-Einführung betrifft sämtliche IT-Bereiche Die Einführung von IPv6 in einem Unternehmensnetzwerk ist nicht nur eine (rein technische) Erweiterung der Netzwerkinfrastruktur um ein zusätzliches Protokoll, sondern sie betrifft prinzipiell sämtliche Bereiche der IT. So ist es beispielsweise Bestandteil einer Einführung von IPv6⁶, die jeweilige Geschäftsführung von der Notwendigkeit zu überzeugen, zusätzliche Betriebskosten ohne einen unmittelbar zu rechtfertigenden Mehrwert zu erzeugen, wobei sich gleichzeitig die Angriffsfläche in Bezug auf die Netzwerksicherheit vergrößert. Weitere Bereiche, die in Zusammenhang mit der IPv6-Einführung berücksichtigt werden sollten, sind (unvollständige Aufzählung):

Sicherheitsrichtlinien Die bisher für IPv4 bestehenden Sicherheitsrichtlinien müssen für IPv6 angepasst und gegebenenfalls separat implementiert und gewartet werden.

²Unter „Dual-Stack“ wird hier immer ein Parallelbetrieb von IPv4 und IPv6 verstanden.

³Eine Liste von Tunnel-Anbietern findet sich beispielsweise bei SixXS, <http://www.sixxs.net/>

⁴IPv6-Kongress 2012 in Frankfurt, <http://www.ipv6-kongress.de/>

⁵RFC 1918, <http://www.ietf.org/rfc/rfc1918.txt>

⁶Detailliertere Hinweise zur Vorgehensweise bei der Einführung von IPv6: http://www.ipv6council.de/fileadmin/documents/HPI_52_ipv6_leitfaden.pdf

Anwendungen Softwareanwendungen, die für die Verwendung in IPv4-Netzen geschrieben wurden, müssen teilweise umgeschrieben werden. Hinzu kommt, dass ältere Anwendungen häufig nicht dokumentiert sind und die ursprünglichen Entwickler nicht mehr im Unternehmen arbeiten.

IT-Management Systeme für die Überwachung und Verwaltung der IT-Infrastruktur und für die Protokollierung (beispielsweise zu Abrechnungs- oder Strafverfolgungszwecken) müssen für die Verwendung mit IPv6 angepasst beziehungsweise neu geschrieben werden.

Software-Entwicklungsprozesse Die Entwicklungsprozesse müssen so angepasst werden, dass von Anfang an IPv6 als Kommunikationsprotokoll berücksichtigt wird.

Betriebssysteme Verschiedene Betriebssysteme verhalten sich bei gleicher Netzwerkkonfiguration sehr unterschiedlich. Die im Unternehmen eingesetzten verwendeten Betriebssysteme müssen daher auf IPv6-Tauglichkeit überprüft werden. Dies gilt insbesondere in Bezug auf mobile Endgeräte, die zunehmend Verbreitung finden.

IPv6-Einführung als Anlass zu Restrukturierungen im Unternehmen Die Einführung von IPv6 in Unternehmensnetzen wird häufig zum Anlass genommen, „dieses Mal alles von Anfang an richtig zu machen“, d.h. parallel zu der (ohnehin schon komplexen) Einführung von IPv6 wird versucht, unternehmensweite Konzepte in „föderal“ organisierten Unternehmen zu etablieren. Für die Ausgestaltung der Konzepte fehlt es jedoch oftmals an notwendigen Strukturen in der Aufbauorganisation.⁷

IPv6-Adressverwaltung/-zuteilung und Privatsphäre In den meisten Unternehmen werden heutzutage private IPv4-Adressen in den lokalen Netzen verwendet. Um den Übergang zum Internet zu ermöglichen, werden Application Layer Gateways (ALGs) oder NAT-Gateways verwendet, die – vereinfacht dargestellt – private IPv4-Adressen in (zahlenmäßig weniger) öffentliche IPv4-Adressen übersetzen. Dies führt zu einem gewissen Maß an Privatsphäre, da beispielsweise beim Zugriff auf externe Webserver nicht mehr unmittelbar (d.h. ohne die Auswertung beziehungsweise Korrelation von Logdateien) nachvollziehbar ist, von welchem Rechner der Zugriff erfolgte. Um ein ähnliches Maß an Privatsphäre auch für IPv6 zu erreichen, gibt es sogenannte „Privacy Extensions“⁸, die es einem Rechner ermöglichen, eigenständig und in regelmäßigen Abständen neue IPv6-Adressen zu generieren und zu verwenden. Im Bedarfsfall ist damit schwer nachzuvollziehen, welcher Client zu einer gegebenen Zeit eine Adresse verwendet hat, daher widerspricht dies an vielen Stellen den bisherigen Netzwerkmanagement-Techniken und macht gegebenenfalls einen Paradigmenwechsel notwendig.

⁷ Beispielsweise die Koordination des Abstimmungsaufwandes zwischen allen Beteiligten – insbesondere horizontal – und die damit verbundenen Entscheidungsprozesse und -befugnisse.

⁸ RFC 4941, <http://www.ietf.org/rfc/rfc4941.txt>

IPv6 in vielen Betriebssystemen standardmäßig aktiviert In aktuellen Betriebssystemen ist IPv6 fast immer schon standardmäßig eingeschaltet – offenbar, um damit eine schnellere Verbreitung des IPv6-Protokolls zu erreichen. In der Praxis führt diese Eigenschaft jedoch häufig zum exakten Gegenteil: in einem Netzwerksegment kann IPv6 nicht aktiviert werden, ohne negative Auswirkungen auf den Betrieb zu befürchten.

Noch keine Killerapplikation für IPv6 Bis heute hat sich noch keine Killerapplikation für IPv6 etabliert. Die zunehmende IPv4-Adressknappheit, die bisher den größten Treiber für die IPv6-Einführung darstellt, ist aufgrund der (zuvor beschriebenen) überwiegenden Nutzung von privaten IPv4-Adressbereichen in Unternehmensnetzen nicht ausreichend. Schnell kann sich eine Notwendigkeit jedoch in folgendem Szenario⁹ ergeben: Ein Mitarbeiter eines Unternehmens besucht im Rahmen einer Dienstreise ein Land, in dem aus Gründen der dortigen IPv4-Adressknappheit die Verbreitung von IPv6 schon sehr weit fortgeschritten ist. Angenommen, das dortige Gastnetzwerk ermöglicht ausschließlich die Kommunikation über IPv6. Um nun eine Verbindung zu seinem Unternehmen aufbauen zu können, ist es erforderlich, dass sein Unternehmen ebenfalls eine Kommunikation über IPv6 ermöglicht. Steht diese Möglichkeit nicht zur Verfügung, kann der Mitarbeiter keine Kommunikation zu seinem Unternehmen aufbauen. Selbiges Szenario lässt sich natürlich auf die Kommunikation mit Projektpartnern erweitern, die gegebenenfalls in der Zukunft nur über IPv6-Adressen verfügen.

3 Wie steht Deutschland bei der Einführung von IPv6 im europäischen und internationalen Vergleich da?

Grundsätzlich ist anzumerken, dass diese Zahlen zwar geeignet sind, eine grobe Abschätzung zum Stand der IPv6-Einführung zu bekommen, jedoch keine unmittelbare Aussage der tatsächlichen Nutzung von IPv6 zulassen.

Relativer Vergleich der IPv6-Nutzung Einer aktuellen Auswertung von RIPE NCC¹⁰ zufolge bewegt sich Deutschland im relativen Vergleich der autonomen Systeme¹¹ untereinander bezüglich IPv6-Nutzung mit 30,3% im oberen Feld und wird derzeit in Europa nur von Norwegen (48,9%), den Niederlanden (42,0%) und Schweden (31,3%) übertroffen. International liegt der asiatische Raum derzeit auf Platz 1 (17%), dicht gefolgt von Südamerika und Europa (jeweils 15%).

⁹ Angelehnt an die Darstellung von Silvia Hagen (Autorin von „IPv6 Essentials“, erschienen bei O'Reilly) auf dem IPv6-Kongress 2012 in Frankfurt.

¹⁰ „Networks with IPv6 - One Year Later“ von Mirjam Kühne/RIPE, <https://labs.ripe.net/Members/mirjam/networks-with-ipv6-one-year-later>

¹¹ Vereinfacht: Netzwerke.

Absoluter Vergleich der IPv6-Nutzung Im Vergleich der in der Internet-Routingtabelle vorhandenen IPv6-Präfixe¹² liegt Deutschland im europäischen Vergleich ganz vorne (ca. 460 Präfixe), gefolgt von Großbritannien (ca. 375 Präfixe) und den Niederlanden (ca. 325 Präfixe). International liegt Europa auf Platz 1 (ca. 3800 Präfixe), gefolgt von den USA (ca. 3700 Präfixe) und – mit einigem Abstand – Asien (ca. 1100 Präfixe).

¹²„IPv6 Routing Table Statistics - weekly view“ von Gert Döring, <http://www.space.net/~gert/RIPE/weekly/2012/20/>