

Foto: iStockphoto / Kamil Krawczyk

Netzwerkadressierung

Wie der Wechsel auf IPv6 klappen kann

com! professional bietet eine Checkliste für die Netzwerkimstellung.

Das Internetprotokoll IPv4 ist ein Standard, der im Internet und in lokalen Netzwerken genutzt wird. Er dient der Adressierung von Servern und DSL-Anschlüssen, Rechnern und Druckern. Allerdings: Die verfügbaren IPv4-Adressen sind aufgebraucht. Die Internet-Provider können keine weiteren mehr bekommen. Damit wäre das Internet am Ende seiner Wachstumsmöglichkeiten angelangt – würde nicht bereits IPv6 auf seinen flächendeckenden Einsatz warten. Das setzt aber voraus, dass Firmen und Privatanwender ihre Netzwerke auf IPv6 aktualisieren.

Das Internetprotokoll in Version 6 löst nicht nur das Problem der zu wenigen IP-Adressen, es entlastet auch die Netzwerke, sorgt für mehr Sicherheit und bindet mobile Geräte deutlich besser in das Netzwerk ein.

Besonderer Druck lastet auf den Internet-Providern. Sie sind wegen fehlender IPv4-Adressen seit Monaten gezwungen, die Internetadressen von Firmen und Privatanwendern

auf das neue Protokoll umzustellen. Das Ergebnis: Viele Kunden können nicht mehr übers Internet auf die Server im eigenen Netzwerk zugreifen und VPN- und VoIP-Anwendungen scheitern.

Die Einführung von IPv6 möchte auch der Deutsche IPv6-Rat beschleunigen. Er versucht – unter Vorsitz von Prof. Dr. Christoph Meinel – Industrie, Forschung, Politik und Verwaltung zu vereinen. Für den Erfolg seiner Bestrebungen wurde der Rat im Mai 2014 sogar vom Internationalen IPv6-Forum ausgezeichnet.

Argumente für IPv6

Das Internetprotokoll in Version 6 ist mehr als eine gigantische, schier unermesslich große Menge an neuen IP-Adressen für Computer, Smartphones, Tablets, Switches und andere netzwerkfähige Geräte. Den Wechsel von IPv4 auf IPv6 nur deshalb in Betracht zu ziehen, weil die IPv4-Adressen aufge-

braucht sind, ist deshalb auch nicht richtig. Es gibt genügend andere gute Gründe für einen Wechsel auf das neue Protokoll.

Entlastung der Netzwerke

Ein gewichtiges Argument für den Umstieg auf IPv6 ist die Entlastung der kompletten Netzwerkinfrastruktur – unter anderem, weil auf Network Address Translation, kurz NAT, künftig weitestgehend verzichtet werden kann.

NAT ermöglicht es zum Beispiel, dass sich mehrere Netzwerkgeräte eines Heim- oder Büronetzwerks mit unterschiedlichen lokalen IP-Adressen die eine externe IP-Adresse des DSL-Anschlusses teilen und trotzdem getrennt voneinander mit dem Internet kommunizieren können.

Mit IPv6 kann künftig jedes Gerät eine eigene, weltweit eindeutige und öffentliche IP-Adresse erhalten. Router müssen also die Datenpakete nicht mehr verändern, um sie zum eigentlichen Empfänger durchzureichen. Das reduziert den Aufwand und kann in großen Rechenzentren sogar zu deutlichen Kosteneinsparungen führen.

Mehr Sicherheit

Mit IPv6 ist künftig eine echte Rechner-zu-Rechner-Kommunikation möglich, eben weil jedes Gerät eine eigene IP-Adresse erhalten kann, unter der es öffentlich ohne Umleitung erreichbar ist. So kann jedes Gerät von jedem Gerät aus direkt angesprochen werden.

Mit IPv6 kehrt das Internet zu seinem ursprünglichen Design zurück, das eine direkte und gleichberechtigte Kommunikation zwischen den einzelnen Teilnehmern vorsah. Denn das bei IPv4 sehr stark eingesetzte NAT blockiert einzelne Teilbereiche des Gesamtnetzwerks und erlaubt nur dann eine Kommunikation, wenn diese aus dem Teilbereich heraus gestartet wurde. Das heißt: Nur wenn der Anwender etwa eine Webseite aktiv aufgerufen hat, werden die Antwortpakete auch tatsächlich zu ihm weitergegeben.

Hinzu kommt, dass IPv6 durch IPSec allgemein sicherer ist als IPv4. Denn IPSec, Internet Protocol Security, ist bereits fest in den IPv6-Standard integriert und entsprechende Felder im Extension Header von IPv6 sind reserviert. Somit wird die Kommunikation auf der dritten Schicht des OSI-Modells abgesichert. Damit können die Anwendungen auf Verschlüsselungen per SSL verzichten.

Vereinfachte Header

IPv6 führt einen neuen Header für die Datenpakete ein. Der Basis-Header ist jetzt exakt 40 Byte groß. Damit ist der neue Header größer als der von IPv4, der lediglich 20+n Byte groß ist.

Der größere Header wurde notwendig, weil bei IPv6 die Quell- und die Ziel-IP-Adresse bereits 32 Byte belegen. Für weitere Informationen bleiben noch 8 Byte übrig. Zum Vergleich: Quell- und Zieladresse im IPv4-Header

Das ist IPv6

Das Internet Protocol Version 6 ist ein bereits 1998 standardisiertes Protokoll für die Datenübertragung in Netzwerken, das nun schrittweise eingeführt und aktiviert wird. Es soll das seit den 1980er-Jahren verwendete Protokoll IPv4 ablösen und hauptsächlich das Problem des sehr kleinen IP-Adressbereichs lösen.

IPv4 erlaubt lediglich etwa 4 Milliarden verschiedene IP-Adressen. Aufgrund der Vielzahl der ans Internet angeschlossenen Geräte ist dieser Pool an Adressen bereits komplett aufgebraucht.

IPv6 kann hingegen 340 Sextillionen unterschiedliche IP-Adressen abbilden. Das reicht, um jedem der aktuell etwa 7,2 Milliarden Menschen 47 Quadrilliarden IPv6-Adressen zur Verfügung zu stellen.

IPv6-Adressen bestehen aus acht Blöcken mit jeweils vier Stellen in hexadezimaler Schreibweise:

2001:0db8:0000:0000:08d3:8a2e:0070:7344

Die ersten vier Blöcke werden Prefix genannt. Das Prefix wird vom Internet-Provider festgelegt und dem Router mitgeteilt. Die letzten vier Blöcke stellen den Device Identifier dar. Dieser Device Identifier bleibt bei jedem Gerät gleich, egal in welchem Netzwerk es verwendet wird.

der belegen nur 8 Byte, somit stehen mindestens 12 Byte für weitere Informationen zur Verfügung.

Obwohl der IPv6-Header größer ist, ist er im Vergleich zum IPv4-Header deutlich einfacher aufgebaut. So wird künftig komplett auf die Checksumme im Header verzichtet. Die Checksumme muss bei IPv4 jedes Mal neu berechnet werden, sobald das IP-Paket weitergereicht wird, weil sich der TTL-Wert (Time to live) entsprechend verringert.

Als Ausgleich zum vereinfachten Header erhält IPv6 aber einen Extension Header, der sich beliebig erweitern lässt. Er ist immer ein Vielfaches von 64 Byte groß.

Mobile Geräte

Die Integration und Anbindung von mobilen Geräten per IPv6 ist ebenfalls einfacher als bisher. Denn die letzten vier Blöcke der IPv6-Adresse, der 64 Bit lange Interface Identifier, bleiben bei jedem Gerät gleich. Lediglich das Präfix verändert sich, je nach Internetzugang und Kontinent, von dem aus das Gerät eine Verbindung aufbaut. Davon profitieren vor allem Anwendungen wie Voice over IP.

Hinzu kommt, dass auf anderen Kontinenten, etwas Asien und Afrika, IPv6 schon sehr stark verbreitet ist. In Asien war der Pool an IPv4-Adressen sehr viel früher aufgebraucht als in Europa.

Außendienstmitarbeiter, die sich in Asien befinden und von dort aus ins europäische Firmennetzwerk einwählen möchten, bleiben in vielen Fällen ausgesperrt, sollte das Firmennetzwerk nur IPv4 beherrschen. ►



Foto: Hasso-Plattner-Institut

„IPv6 als Standard zu etablieren, muss auch in den kommenden Jahren unser Ziel bleiben.“

Prof. Dr. Christoph Meinel
Direktor des Hasso-Plattner-Instituts und Vorsitzender des Deutschen IPv6 Rats
www.hpi.de

Interview

Port Control Protocol soll Dual Stack Lite verbessern

Unser Interviewpartner ist Ralph Schmitt, Manager Call Network bei Unitymedia Kabel BW.

com! professional: *Schon seit Anfang 2013 weist Unitymedia seinen privaten Neukunden nur noch IPv6-Adressen zu. Möchte man damit lediglich die neue Technik verbreiten oder ist die Umstellung eine Notwendigkeit? Business-Kunden erhalten ja weiterhin IPv4-Adressen.*

Ralph Schmitt: Die Umstellung war tatsächlich notwendig. Im September 2012 wurden von der zentralen Vergabestelle für öffentliche IP-Adressen, dem RIPE NCC, zuständig für Europa und den Nahen Osten, die letzten verfügbaren IPv4-Adressblöcke an LIRs/ISPs gemäß RIPE-Policies vergeben.

Da jeder Neukundenanschluss aus technischer Sicht eine weitere öffentliche IP Adresse benötigt, haben wir im Juli 2012 aufgrund unseres anhaltenden Kundenwachstums IPv6 als einer der ersten Internet-Provider Deutschlands eingeführt, um den Mangel an öffentlichen IPv4-Adressen zu kompensieren. Neukunden erhalten somit IPv6-Adressen zugewiesen.

Wenn Neukunden explizit nach einer öffentlichen IPv4-Adresse verlangen, verweisen wir sie auf unsere B2B-Produkte. Geschäftskunden erhalten IPv4-Adressen aus dem verfügbaren Bestand, da diese Kundengruppe vergleichsweise klein ist.

Die Anzahl der Kunden, die nach IPv4-Adressen fragt, ist übrigens marginal.

com!: *Wie lange hat die Vorbereitung der IPv6-Einführung gedauert? Welche Stolpersteine mussten überwunden werden?*

Schmitt: Wir haben uns über einen recht langen Zeitraum mit der IPv6-Einführung befasst, verschiedene technologische Möglichkeiten evaluiert und uns schließlich für IPv6 in Verbindung mit der DS-Lite-Technologie entschieden. Die Vorbereitungsphase dauerte insgesamt 18 Monate.

Nur wenige Systemhersteller haben zum damaligen Zeitpunkt die DS-Lite-Technologie in ihren Systemen oder Modems unterstützt. Die Einführung einer neuen Technologie erfordert stets das Miteinander aller beteiligten Parteien und setzt Erweiterungen bei der vorhandenen Netztechnik voraus.

com!: *Müssen Kunden mit einer IPv6-Adresse irgendwelche Einschränkungen gegenüber einer IPv4-Adresse hinnehmen?*

Schmitt: Zunächst ist festzuhalten, dass die beiden IP-Protokolle aufgrund ihres Aufbaus nicht zueinander kompatibel sind. Mittlerweile verfügen aktuelle Betriebssysteme und Anwendungen über eine zusätzliche IPv6-Implementierung. Wenn dies



Kabel BW: Der Internet-Provider fusionierte 2012 mit Unitymedia.

nicht der Fall ist, müssen – vereinfacht gesagt – zwischen IPv4 und IPv6 Übersetzungsarbeiten stattfinden.

Vor diesem Hintergrund wenden wir das Dual-Stack-Lite-Verfahren (DS Lite) an, um eine Kommunikation zwischen IPv4 und IPv6 zu ermöglichen. IPv4-Pakete werden dabei in ein IPv6-Paket gepackt und über den IPv6-Anschluss zu einem Address Family Translation Router oder Carrier-grade-NAT-Gerät gesendet. Dort wird das IPv4-Paket wieder entnommen und in die öffentliche IPv4-Welt versendet.

Mögliche Einschränkungen beruhen in der Regel darauf, dass die Betreiber bestimmter Anwendungen oder Dienste diese noch nicht auf IPv6 umgestellt haben.

com!: *Ganz problemlos verlief die Umstellung für die Privatkunden nicht. Einige reklamierten, dass sie von außen nicht mehr auf ihr Heimnetz zugreifen konnten. Bei anderen war der Zugriff auf manche Embedded-Geräte nicht mehr möglich, weil diese IPv6 gar nicht unterstützen und es sich auch nicht nachrüsten lässt. Wie sind Sie mit diesen Problemen umgegangen?*

Schmitt: Über 95 Prozent unserer Kunden merken gar nicht, dass IPv6 eingesetzt wird, denn Geräte und Applikationen im typischen Umfeld eines Privatanwenders lassen sich problemlos betreiben. Für spezielle Anforderungen können beispielsweise als Übergangslösung verschiedenartige Tunneltechnologien genutzt werden. Wir arbeiten zudem daran, das Verfahren so weit wie möglich einfacher zu machen.

So sind wir beispielsweise an der Entwicklung des Port Control Protocols (PCP) beteiligt, mit dem Nutzer manuell Port-Weiterleitungen öffnen können. Das PCP ist noch nicht im Einsatz, weil es durch die zuständigen Gremien noch nicht finalisiert wurde.

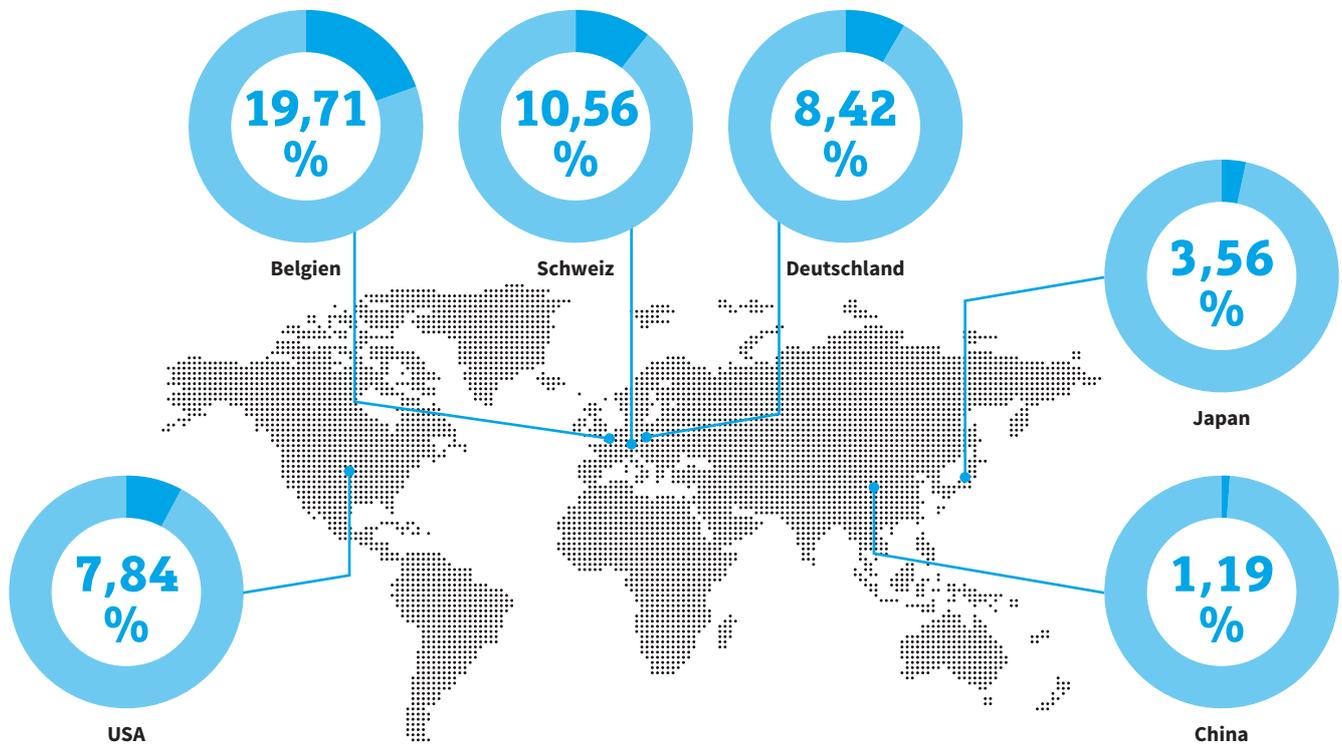
com!: *Hätte die Umstellung anders vorbereitet oder durchgeführt werden müssen?*

Schmitt: Man hätte IPv4-Adressen möglicherweise etwas früher sparsamer vergeben können. Der heutige Mangel an IPv4-Adressen betrifft vor allem Internetdienstleister, die durch attraktive Angebote und schnelle Bandbreiten in den letzten Jahren sehr viele Neukunden gewinnen konnten. Doch IPv6 ist das Internetprotokoll der Zukunft, so wie es einst IPv4 Anfang der 80er-Jahre war. IPv6 wird das Problem der Adressknappheit im Internet lösen.

Da es unmöglich ist, alle Geräte auf einmal IPv6-fähig zu machen, sind Lösungen für den Parallelbetrieb erforderlich. Im Rückblick sind wir nach wie vor davon überzeugt, dass DS Lite die beste Technologie für einen solchen Parallelbetrieb ist. Aus unserer Sicht sind heute insbesondere die Inhalte- und Dienste-Anbieter gefordert, ihre Angebote durchgängig über IPv6 erreichbar zu machen.

Bald 10 Prozent der Internetanschlüsse in Deutschland nutzen IPv6

Die Umstellung auf IPv6 schreitet weltweit unterschiedlich schnell voran. Kleinere und bevölkerungsärmere Länder wie Belgien hängen größere Länder wie Deutschland, die USA und China ab.



Quelle: www.google.com/intl/en/ipv6/statistics.html#tab=per-country-ipv6-adoption

Internet-Provider

Ein weiterer gewichtiger Grund für die Umstellung auf IPv6 sind die Internet-Provider, die mittlerweile ebenfalls einen Wechsel auf IPv6 vollziehen. So stellen Kabel BW (siehe Interview links) und Kabel Deutschland ihre Neu- und teilweise auch ihre Bestandskunden auf IPv6-Anschlüsse um, weil den Internetanbietern die IPv4-Adressen ausgehen. Sie können trotz dynamischer Vergabe nicht mehr allen Kunden eine IPv4-Adresse zuteilen.

Bei einer solchen Umstellung gibt es zwei Möglichkeiten: Dual Stack und Dual Stack Lite. Anbieter wie M-Net oder die Deutsche Telekom setzen auf Dual Stack. Der Router erhält dabei sowohl eine IPv4- als auch eine IPv6-Adresse, betreibt beide Versionen parallel und ist unter beiden Adressen erreichbar. Für den Zugriff von außen über den DSL-Anschluss auf das lokale Netzwerk ist das die perfekte Lösung.

Anbieter wie Kabel Deutschland setzen hingegen lediglich Dual Stack Lite um. Denn ihnen fehlen die öffentlichen IPv4-Adressen, um dem Anschluss sowohl eine öffentliche IPv4- als auch eine IPv6-Adresse für den Parallelbetrieb zur Verfügung zu stellen. Bei Dual Stack Lite verteilt der Internet-Provider statt der öffentlichen nur eine private IPv4-Adresse, etwa aus dem Adressraum 10.0.0.0 oder 172.16.0.0. Diese privaten IPv4-Adressen gelten nur im Netz des Internet-Providers, nicht aber im Internet. Statt-

dessen wird die private IPv4-Adresse per NAT durch den Internet-Provider in eine öffentliche IPv4-Adresse übersetzt.

Das Problem: Der Router hat keine öffentliche IPv4-Adresse, der Zugriff von außen auf das Netzwerk funktioniert deshalb nicht, Server sind nicht erreichbar. Auch bei VoIP und VPN kann es zu erheblichen Problemen kommen.

Richtig umstellen

Bevor Sie das Netzwerk auf IPv6 umstellen, sollten Sie die folgende Checkliste abarbeiten. Die Punkte sind nur grob skizziert und sollten Ihren Gegebenheiten entsprechend verfeinert werden.

Die Umstellung auf IPv6 bedeutet nicht, dass ausschließlich das IPv6-Protokoll eingesetzt werden muss. Ein Dual-Stack-Betrieb ist auch im lokalen Netzwerk möglich. IPv4 und IPv6 werden parallel genutzt, IPv6 wird jedoch bevorzugt und IPv4 lediglich als Fallback eingesetzt. Die Checkliste:

1. Vorausschauend kaufen

Achten Sie bei allen Anschaffungen von Netzwerkgeräten und Netzwerkkomponenten ab sofort immer darauf, dass diese auch IPv6 unterstützen. Das gilt für Netzwerkkarten und Router ebenso wie für Switches, Firewalls, IP-Kameras oder NAS-Server. Zwar sind die meisten dieser Geräte bereits ►



Quelle: Google

mit dem IPv6-Protokoll ausgestattet, aber eben nicht alle. Viele davon lassen sich nicht einmal nachträglich aktualisieren.

2. Inventur durchführen

Führen Sie eine vollständige Inventur des Netzwerks mit allen Netzwerkteilnehmern und allen Netzwerkkomponenten durch. Das ist wichtig, um jedes noch so kleine Gerät zu erfassen, etwa auch den 5-Port-Switch, der irgendwann einmal als Notlösung angeschlossen wurde. Achten Sie dabei auch auf Embedded-Geräte. Prüfen Sie dann anhand der Modellbezeichnungen, ob die Geräte zu IPv6 kompatibel sind. So finden Sie heraus, welche Geräte sich eventuell aktualisieren lassen und welche ersetzt werden müssen.

Auch der Router am DSL-Anschluss sollte sehr genau unter die Lupe genommen werden. Denn viele Consumer-Modelle sind nicht für einen Dual-Stack-Betrieb geeignet.

3. Internet-Provider fragen

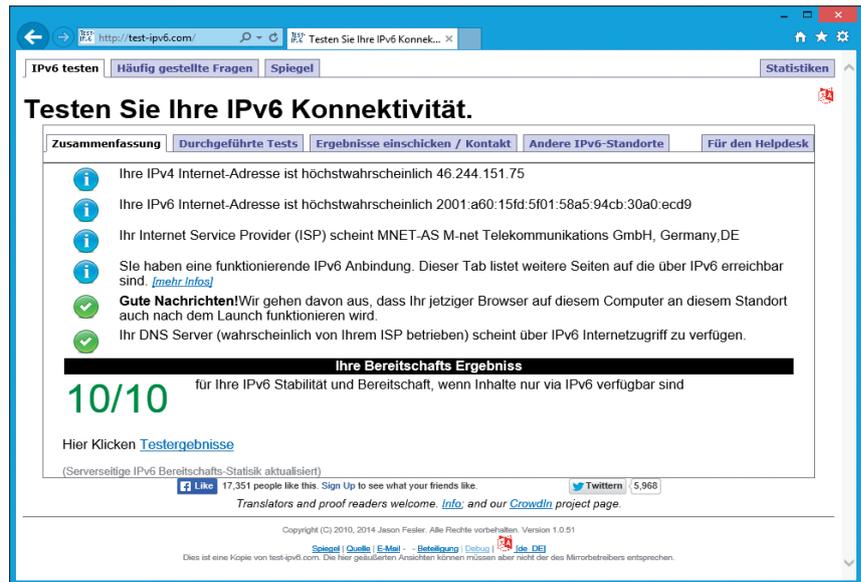
Fragen Sie bei Ihrem Internet-Provider an, ob er an Ihrem DSL-Anschluss eine IPv6-Adresse anbieten kann und ob ein Dual-Stack-Betrieb möglich ist. Die meisten Business-Provider sind dazu problemlos in der Lage.

Viele Internet-Provider haben ohnehin bereits unbemerkt IPv6 freigeschaltet, sodass sich in kompatiblen Routern die Verwendung von IPv6 einfach per Mausclick aktivieren lässt. Testen lässt sich die Verfügbarkeit einer IPv6-Adresse etwa unter www.test-ipv6.com.

Auf IPv6-Unterstützung abgeklopft werden müssen auch Webhosting-Anbieter, der E-Mail-Provider und die verschiedenen Cloud-Lösungen, die mittlerweile in vielen Unternehmen im Einsatz sind. Grundsätzlich sind die Anbieter hier schon sehr weit, es gibt aber noch welche, die nur per IPv4 erreichbar sind.

Weitere Infos

- www.ipv6council.de/index
Webseite des Deutschen IPv6 Rats
- www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Internetsicherheit/isi_lana_leitfaden_IPv6_pdf.pdf?__blob=publicationFile
Leitfaden vom BSI für eine sichere IPv6-Netzwerkinfrastruktur
- <http://technet.microsoft.com/de-de/library/hh831353.aspx>
Übersicht von Microsoft zum Thema IP-Adressverwaltung
- www.datenschutz-bayern.de/technik/orient/oh_IPv6.pdf
Orientierungshilfe zum Thema Datenschutz bei IPv6 vom Bayerischen Landesbeauftragten für den Datenschutz



Ob Ihr DSL-Anbieter bereits IPv6 bereitstellt und der Router kompatibel ist, testet die Webseite www.test-ipv6.com.

4. Software überprüfen

Unterschätzen Sie bei der Umstellung auf IPv6 nicht die eingesetzte Software. Programme, bei denen Sie eine IP-Adresse für einen Verbindungsaufbau eingeben müssen, können ein ernsthaftes Problem bei der IPv6-Migration darstellen – dann nämlich, wenn diese Programme ausschließlich für die Eingabe von IPv4-Adressen ausgelegt sind.

5. Adressen verwalten

Bislang hat es ausgereicht, die IPv4-Adressen in einer einfachen Excel-Liste zu verwalten, um den Überblick zu behalten, welche Adresse welchem Gerät zugeteilt ist. Mit IPv6 ist das aufgrund der Vielzahl an Adressen kaum mehr möglich. Stattdessen sollten Sie den Wechsel auf ein IP-Adress-Management-Tool, kurz IPAM, in Betracht ziehen.

6. Schrittweise umstellen

Die Umstellung eines Netzwerks auf IPv6 muss nicht und sollte auch nicht in einem Rutsch erfolgen, sondern schrittweise durchgeführt werden. Richten Sie zuerst einen Parallelbetrieb beider Protokolle ein. Dann kann das Netzwerk weiterhin genutzt werden.

Schalten Sie anschließend in kleinen Teilnetzen IPv4 ab. Blockieren Sie gegebenenfalls den IPv4-Datenverkehr komplett. Testen Sie dann, ob sämtliche Teilnehmer des Teilnetzes miteinander, in andere Teilbereiche des Netzwerks und ins Internet kommunizieren können. So finden Sie heraus, welche Geräte eventuell nicht richtig konfiguriert sind oder wo es noch inkompatible Geräte gibt, die bei der Inventur übersehen wurden. ■

Mark Lubkowitz
mlu@com-professional.de

