

Hintergrund

## Wachsen kann das Internet jetzt nur noch mit dem neuen Standard IPv6

3. Februar 2011

Potsdam. Vernetzte Wohnungen, in denen Hausgeräte, Kameras, Spiele-Konsolen und die komplette Unterhaltungselektronik kinderleicht übers Internet gesteuert werden können, Hundehalsbänder im Web, die dem Besitzer melden, ob das Tier hungrig ist oder Gassi gehen muss, Golfbälle, die online ihrem Spieler den Punkt zeigen, an dem sie gelandet sind oder internetfähige Skihelme, der im Getümmel der Skipiste signalisieren, wo die Familie oder Freunde des Trägers zu finden sind – solche und andere komfortablen Dienste erwarten uns durch das Internet der neuen Generation. Bei Informatikern wird es mit dem Kürzel IPv6 bezeichnet. IP steht für Internetprotokoll und v6 für die sechste Version.

Diese vor gut zehn Jahren entwickelten neuen Datenverkehrsregeln fürs Netz sind - darauf weisen der Deutsche IPv6-Rat ([www.ipv6council.de](http://www.ipv6council.de)) und das Potsdamer Hasso-Plattner-Institut ([www.hpi.uni-potsdam.de](http://www.hpi.uni-potsdam.de)) hin - technisch ausgereift und kommen vor allem in den USA und in Asien bereits zum Einsatz. Der neue IPv6-Standard ist nicht nur Voraussetzung für intelligente Lösungen bei der Heimvernetzung, sondern auch bei der Gebäudesteuerung, in der Telemedizin und generell im so genannten „Internet der Dinge“, etwa bei der Kommunikation mit und zwischen Autos. Auch ermöglicht der neue Standard einfachen und leistungsfähigen mobilen Zugriff auf das Internet sowie interaktives, internetbasiertes Fernsehen ([IPTV](#)). Höhere Sicherheit ist zudem inbegriffen.

IPv6 stellt 340 Sextillionen ( $2^{128}$ ) IP-Adressen für Netzanschlüsse bereit. Zur Illustration: Das ist eine Zahl mit 39 Stellen. Mit diesem Volumen könnten umgerechnet für jeden einzelnen Quadratmillimeter Erdoberfläche rund 667 Billionen IP-Adressen vergeben werden - ein praktisch unerschöpfliches Potenzial. Der derzeit noch verwendete Internetprotokoll-Standard IPv4 (Version 5 kam nicht zum Einsatz) begrenzt diese Zahl auf  $2^{32}$  und damit rund vier Milliarden Adressen. IPv4 ist fast 30 Jahre alt, stammt also aus der Pionierzeit des Internets und weist etliche Schwachstellen, z.B. im Sicherheitsbereich auf.

## **Die bisherigen Netzanschlussadressen sind aufgebraucht**

Nach Hinweisen der internationalen Organisationen Number Resource Organization (NRO), Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN), Internet Society (ISOC) und Internet Architecture Board (IAB) wurden Anfang Februar alle Netzanschlussadressen des bisherigen IPv4-Standards restlos den regional zuständigen Registrierungsstellen zugeteilt. Diese, so schätzen Experten, dürften bis etwa bis Mitte des Jahres 2011 alle alten Adressen an die Endnutzer vergeben. In der Geburtsstunde des Internets hatte es sich niemand so recht vorstellen können, dass die theoretisch vorhandenen vier Milliarden Adressen des IPv4-Netzes einmal nicht mehr ausreichen würden und hunderte Millionen von Endgeräten übers Netz direkt zu erreichen seien. Im Jahr 2020, so hat es das Unternehmen Ericsson geschätzt, könnte es bereits 50 Milliarden Geräte geben, die übers Internet miteinander verbunden sein werden.

Technisch gesehen befinden wir uns also in einer Umbruchsituation. Sie ist in gewissem Maße mit dem Jahr-2000-Problem zu vergleichen. Denn ähnlich wie damals gibt es auf Seiten der Industrie hier und da Befürchtungen, ein Generationswechsel des Internetprotokolls von IPv4 auf IPv6 könnte aufgrund verborgener IPv4-Abhängigkeiten der eingesetzten Software unvorhergesehene Schwierigkeiten bereiten. Doch schon damals erwiesen sich die geäußerten Befürchtungen als haltlos; die Computersysteme standen auch weiterhin zur Verfügung.

Klar ist: IPv6 wird nicht sofort alle Probleme des Internets lösen und das alte IPv4-Netz mit einem Schlag ersetzen. Vielmehr wird der IPv4-Standard weiter existieren und einen kleinen Teil des Internet-Adressraums ausmachen. Weltweit ist allerdings die Einführung von IPv6 schon in vollem Gange. Das braucht jedoch seine Zeit. Von der Planung bis zur wirklichen Nutzung - bei einer Umstellung im laufenden Betrieb - sind in großen Netzwerken Zeiträume von drei Jahren durchaus realistisch. Vor allem müssen sich die Service Provider grundlegend auf den neuen Standard ein- und umstellen.

Übrigens stellt eine IP-Adresse durchaus einen monetären Wert dar. Der Preis bildet sich im Markt, auf dem es einen Wettbewerb gibt. Nicht auszuschließen ist also, dass im Falle eines zu langsamen Umstiegs auf das neue Protokoll ein Handel mit verfügbaren IPv4-Adressbereichen entstehen könnte, z. B. in Form einer Börse.

## **Übergangsphase mit parallelem Betrieb beider Standards**

IPv6 ist nicht kompatibel mit dem Vorgängerprotokoll. Geräte beider Standards können nur über entsprechende Protokollübersetzungs-Gateways miteinander kommunizieren. So etwas kann jedoch nur eine temporäre

Zwischenlösung sein und stellt keine zukunftssichere Generallösung dar, die transparente Interoperabilität ermöglicht. Besser ist der Umstieg über den sogenannten Dual-Stack-Modus. Damit kann IPv6 parallel zu IPv4 auf demselben Gerät und im selben physischen Netzwerk betrieben werden. In einer Übergangsphase (10 bis 20 Jahre?) werden so beide Protokolle auf denselben Geräten koexistieren können und dieselben physikalischen Netzwerkverbindungen nutzen. Zusätzlich ermöglichen alternative Standards und Technologien (im technischen Sinne bezeichnet als „tunnelling“), IPv6-Datenpakete über herkömmliche IPv4-Adressierung und IPv4-basierte Routingverfahren zu übertragen und umgekehrt. Damit ist die technische Grundlage für eine sanfte bzw. schrittweise Einführung von IPv6 geschaffen worden.

Derzeit sind also Übergangslösungen angesagt. Zu einem bestimmten Zeitpunkt werden die Kosten für solche Interimslösungen die Kosten für eine Umstellung überschreiten. Das wird der Zeitpunkt sein, zu dem die meisten unternehmerischen Entscheidungen für eine vollständige Umstellung auf IPv6 getroffen werden. Auslöser dürften zum Beispiel Zusammenschlüsse verschiedener Unternehmen oder die Einführung neuer unternehmenskritischer Anwendungen sein. Derzeit ist zu beobachten, dass die Provider auf Nachfrage warten und die Anwender auf die Killer-Applikation. Das ähnelt der Henne-Ei-Problematik. Nur in einzelnen Fällen hat die notwendige Migration auf IPv6 bereits begonnen. Wichtig ist, den Umstieg unter Einbeziehung der Internet Service Provider planvoll zu gestalten. Der Deutsche IPv6-Rat hat deshalb einen entsprechenden Aktionsplan aufgestellt.

### **Öffentliche Hand treibt die Umstellung voran**

Beispielhaft ist das Engagement der Bundesregierung. Das Bundesinnenministerium hat Ende 2009 für die Bundesbehörden einen IPv6-Adressraum für 270 Milliarden Subnetze und mehr als fünf Quintillionen Adressen für Endgeräte erhalten. Dadurch könnte die öffentliche Verwaltung eine treibende Kraft bei der Umstellung werden. Auch der Internetdienstleister Strato bietet zum Beispiel bereits IPv6 an. Er gehört mittlerweile zum Telekom-Konzern.

Es gehört nicht viel Vorstellungskraft dazu, um einigermaßen treffsicher prognostizieren zu können, wer am schnellsten auf IPv6 umstellen wird. Das sind zum einen Unternehmen, deren Netze zwischenzeitlich so mächtig geworden sind, dass der vorgesehene private Adressraum nicht mehr ausreicht. Zum anderen sind es solche Provider, die jedem Kunden eine eigene Adresse zur Verfügung stellen wollen. Hinzu kommen ferner die Nutzer, die aus dem Internet mit einer festen Adresse erreichbar sein möchten.

Allerdings ist der Druck im Markt derzeit noch nicht allzu groß. Es gibt eben die bereits skizzierten technischen Aushilfslösungen. Im ursprünglichen Internet-Protokoll waren sie so nicht vorgesehen und haben zu komplizierteren Auswegen aus dem Adressdilemma geführt. Höhere Komplexität ist aber grundsätzlich mit höheren Kosten verbunden. Zudem ist es nach wie vor schwierig, mit solchen Aushilfslösungen die hohen Anforderungen an die Dienstgüte im Internet zu gewährleisten – etwa bei Echtzeitanwendungen wie Voice-over-IP und Video-Streaming.

Deshalb geht letztlich kein Weg am Umstieg auf das Internet der neuen Generation, den IPv6-Standard, vorbei. Die Gründe sind vielfältig:

- Die Zahl mobiler Endgeräte steigt weltweit stark an, darunter viele internetfähige Handys
- Mobiles Internet mit Always-on-Konnektivität ist aber nur mit IPv6 möglich
- Heimvernetzung, IPTV und das Internet der Dinge verlangen ebenfalls nach neuen Adressen
- Zum Beispiel auch die Kommunikation zwischen und mit Fahrzeugen wird erst mit IPv6 möglich
- Für die Einführung können die normalen Erneuerungszyklen genutzt werden: Moderne Computer-Betriebssysteme beherrschen längst IPv6, ebenso Router und andere Netzwerkkomponenten
- Der IPv6-Standard ist zuverlässig, leicht zu installieren (Autokonfiguration) und wartungsfreundlich
- IPv6 macht Online Gaming mit permanenter Verbindung möglich
- Die Internetsicherheit ist bei IPv6 höher

Schauen wir kurz noch darauf, was IPv6 in Sachen Sicherheit Besseres leistet. Beim IPv4-Protokoll wurden Sicherheitsvorkehrungen erst nachträglich eingebaut. Der IPv6-Standard hingegen integriert Sicherheitskonzepte von Anfang an, etwa mit dem Protokoll „IPSec“. Hinzu kommt, dass der große Adressraum des IPv6-Standards ausreichend Schutz gegen Schaden stiftenden Software bietet und deren schnelle Ausbreitung verhindert: Der riesige, spärlich „bevölkerte“ Adressraum macht zum Beispiel das Ausspähen von Adressen einfach unrentabel für sich automatisch selbst verbreitende Würmer.

Der Nutzer wird den Umstieg auf das Internet der neuen Generation zunächst kaum merken – ähnlich wie beim Wechsel des Stromlieferanten auch keine plötzlichen Veränderungen in Haushalt oder Betrieb auftreten. Einen „harten Schnitt“ gibt es also nicht. Vielmehr wird es sich um einen sukzessiven Übergang im Rahmen normaler, anstehender Modernisierungsarbeiten handeln. Für den Endanwender jedoch wird sich im Bereich neuer Serviceangebote vieles tun. Vor allem unter dem Stichwort „Connected Home“ ergeben sich eine Reihe neuer, interessanter Möglichkeiten.

## Der Deutsche IPv6-Rat

Der 2007 vom Direktor des Hasso-Plattner-Instituts, Prof. Christoph Meinel, ins Leben gerufene Deutsche IPv6-Rat ist der deutsche Landesverband des internationalen IPv6-Forums, dem mehr als 50 nationale Gremien angehören. Erklärtes Ziel des Deutschen IPv6-Rates ist es, alle nationalen Akteure aus Industrie, Forschung, Politik und Verwaltung, die mit IPv6 befasst sind, zu vereinen und die Einführung des neuen Standards voranzutreiben. Dies soll durch die Sensibilisierung von Endnutzern und Industrie für ein ausgereiftes und sicheres Internet sowie durch Verbesserungen in Technik und Vermarktung gelingen. Der Rat hat entscheidend an der Formulierung der Vorschläge der Europäischen Kommission mitgewirkt. Ihm gehören nunmehr 27 Vertreter aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft an.

---

Pressekontakt HPI: Telefon: 0331 55 09-119, Mail: [presse@hpi.uni-potsdam.de](mailto:presse@hpi.uni-potsdam.de)

Pressesprecher Hans-Joachim Allgaier, M.A., Mobil: 0179 267 54 66,

Mail: [allgaier@hpi.uni-potsdam.de](mailto:allgaier@hpi.uni-potsdam.de)

Barbara Keller, Relationship Management, Telefon 0331 5509-124. ; Mail:

[barbara.keller@hpi.uni-potsdam.de](mailto:barbara.keller@hpi.uni-potsdam.de).