

# LANCOM™ Techpaper

## IPv6-Migration

### Einleitung

Das Internet und die damit verbundenen Netzwerke haben bis vor einiger Zeit mit IPv4 gearbeitet. Da unter anderem die Anzahl der verfügbaren IP-Adressen bei IPv4 stark begrenzt ist, wurde mit IPv6 ein neues Protokoll geschaffen. Dieses Techpaper diskutiert die Migration von IPv4 zu IPv6. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass kein harter Wechsel von IPv4 zu IPv6 stattfinden wird, vielmehr werden beide Standards auf lange Sicht parallel existieren. Im Dual Stack werden in einem physikalischen Netz IPv4 und IPv6 bereitgestellt, so dass Clients, die nur eines der Protokolle unterstützen, dennoch im Netzwerk kommunizieren können. Dual Stack bietet auch den Vorteil, dass eine Migration in vielen Schritten durchgeführt werden kann, so dass nicht alle Dienste auf einmal umgestellt werden müssen. Von daher ist das Ziel einer Migration zu IPv6 nicht die Umstellung von IPv4 auf IPv6, sondern zunächst die Einführung des Dual Stack.

### Migrationsstufen

Die Ausgangslage ist im Normalfall ein IPv4-Internetzugang (Abb.1). Hierbei wird von einem Router eine Internetverbindung auf Basis von IPv4 hergestellt und ins IPv4-Firmennetzwerk propagiert.

Mit Dual Stack erhält der Router beim Aufbau der Internetverbindung zusätzlich zur IPv4-Adresse auch eine IPv6-Adresse. Im internen Netz sind sowohl IPv4 als auch IPv6 verfügbar und die Clients können nach Bedarf wählen, welches Protokoll genutzt wird.

Ist kein nativer IPv6-Internetzugang verfügbar, kann IPv6 auch über einen IPv4-Internetzugang genutzt werden, indem auf IPv6-Tunneltechnologien (Abb. 3) zurückgegriffen wird, welche im LANCOM Techpaper IPv6-Tunneltechnologien genauer erläutert werden. Dienste, zum Beispiel VPN, die durch ein eventuell vorhandenes IPv4 NAT des Providers nicht oder nur eingeschränkt nutzbar sind, können mit Dual Stack über die IPv6-Internetverbindung genutzt werden.

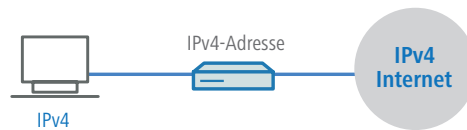


Abb.1 IPv4-Internetzugang

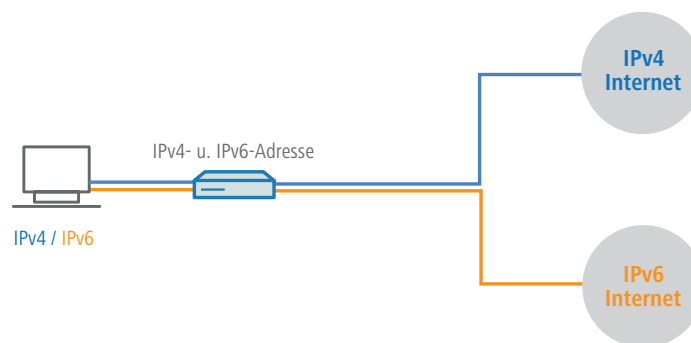


Abb.2 Dual Stack Internetzugang

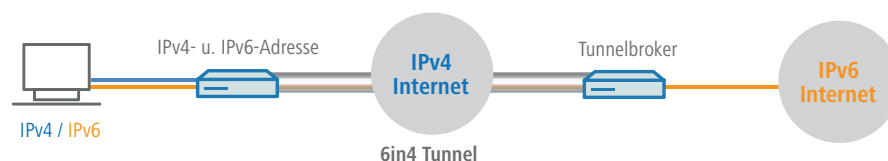


Abb.3 IPv4-Internetzugang mit 6in4-Tunnel

# LANCOM™ Techpaper

## IPv6 Migration

### Neue Konzepte

IPv6 beinhaltet verschiedene neue Konzepte, von denen hier die wichtigsten kurz vorgestellt werden.

### IPv6-Adressen

Eine Neuerung, die bei Betrachtung von IPv6 direkt auffällt, ist die Schreibweise und der Umfang einer IPv6-Adresse. Mit einer Länge von 128 Bit ist eine IPv6-Adresse viermal länger als eine IPv4-Adresse. Sie wird als hexadezimale Zahl notiert und in acht Blöcke zu je 16 Bit (Vier Hexadezimalstellen) aufgeteilt. Eine typische IPv6-Adresse kann zum Beispiel wie folgt aussehen:

```
2001:0db8:0000:0000:02a0:57ff:fe18:3b9e/64
```

Zur besseren Lesbarkeit ist es erlaubt, in jedem Block die führenden Nullen auszulassen und auch einmalig eine zusammenhängende Gruppe von Blöcken, die nur Nullen zum Inhalt haben, mit :: abzukürzen. Die vereinfachte Schreibweise der obigen IPv6-Adresse lautet somit:

```
2001:db8::2a0:57ff:fe18:3b9e/64
```

Eine IPv6-Adresse besteht immer aus einem Präfix und einem Interface Identifier. Der erste Teil einer IPv6-Adresse ist das Präfix, dessen Länge in Bit durch die Dezimalzahl hinter dem Schrägstrich angegeben ist. Im aufgeführten Beispiel lautet das Präfix:

```
2001:db8::/64
```

Die letzten 64 Bit der IPv6-Adresse sind der Interface Identifier, der selbstständig generiert wird. Im Beispiel ist der Interface Identifier:

```
::2a0:57ff:fe18:3b9e
```

### Typen von IPv6-Adressen

Bei IPv6 hat ein Interface in der Regel mehrere IPv6-Adressen, ein weiterer großer Unterschied zu IPv4. Hierbei wird zwischen Unicast- und Multicast-Adressen unterschieden. Erstere dienen zur direkten Kommunikation zwischen zwei Teilnehmern, während letztere dazu genutzt werden Informationen an mehrere Teilnehmer zu senden.

### Link Local Unicast

Diese Adresse hat das Präfix fe80::/10 und wird von Routern nicht weitergeleitet. Sie wird unter anderem in der Autokonfiguration verwendet.

### Multicast

Hierbei handelt es sich um in IPv6 genutzte Multicast-Adressen. Der Adressbereich beschränkt sich auf ff00::/8, während die nächsten 4 Bit für Flags und die darauf folgenden 4 Bit für den Gültigkeitsbereich genutzt werden.

### Unique Local Unicast

Die IPv6-Adressen mit dem Präfix fc00::/7 bis fd00::/7 werden nicht im globalen IPv6-Internet geroutet und werden in privaten Netzwerken genutzt.

### Loopback

Die Loopback-Adresse in IPv6 lautet ::1/128.

### Unspecified Address

Die IPv6-Adresse ::/128 zeigt das Fehlen einer IPv6-Adresse an.

### Global Unicast

Die verbleibenden IPv6-Adressen, welche im Internet genutzt werden. Derzeit werden Adressen mit dem Präfix 2001::/3 vergeben. Das Präfix 2002::/16 wird von der 6to4-Tunneltechnologie genutzt.

# LANCOM™ Techpaper

## IPv6-Migration

### Stateless Address Autoconfiguration

Die Stateless Address Autoconfiguration, kurz SLAAC, ermöglicht es Clients sich selbst eine IPv6-Adresse zuzuweisen und ist in Abbildung 4 schematisch dargestellt. Hierzu wertet der Client die von einem lokalen Router versendeten Router Advertisements aus. Sind im Router Advertisement sowohl ein Präfix als auch das Flag „Autonomous“ gesetzt, generiert der Client selbstständig eine IPv6-Adresse, welche sich aus dem übermittelten Präfix und dem selbst ausgewählten Interface Identifier besteht. Bevor die Adresse genutzt wird führt der Client eine Duplicate Address Detection durch, um sicherzustellen, dass kein Adresskonflikt auf dem lokalen Link vorliegt. Als Gateway wird die Link-lokale Adresse des Routers verwendet, die aus dem Router Advertisement gelernt wurde. Dieser Modus ist für kleine Netzwerke empfehlenswert um den Konfigurationsaufwand gering zu halten.

### Stateful Address Autoconfiguration

Wenn ein DHCPv6-Server eingesetzt wird, kann die Stateful Address Autoconfiguration, anstelle der Stateless Address Autoconfiguration, genutzt werden (Abbildung 5). Hierbei ist im Router Advertisement das Flag „Managed“ und nicht „Autonomous“ gesetzt. Der Client stellt nach Auswertung des Router Advertisements einen DHCP Request, welcher vom DHCPv6-Server im Netzwerk beantwortet wird. Daraufhin erhält der Client seine IPv6-Adresse und weitere Infos, wie zum Beispiel DNS-Server. Die Informationen zum Gateway erhält der Client allerdings weiterhin über das Router Advertisement. Dieses Verfahren bietet den Vorteil, dass Clients immer IPv6-Adressen aus einem festen Bereich zugewiesen werden und keine beliebigen generieren, was den Administrationsaufwand für Netzwerkkomponenten, wie zum Beispiel eine Firewall deutlich reduziert oder erst ermöglicht. Daher ist dieser Modus in großen Netzen vorzuziehen, da die Administration über feste Vergabe von IPv6-Adressen vereinfacht wird.



Abb. 4 Stateless Address Autoconfiguration

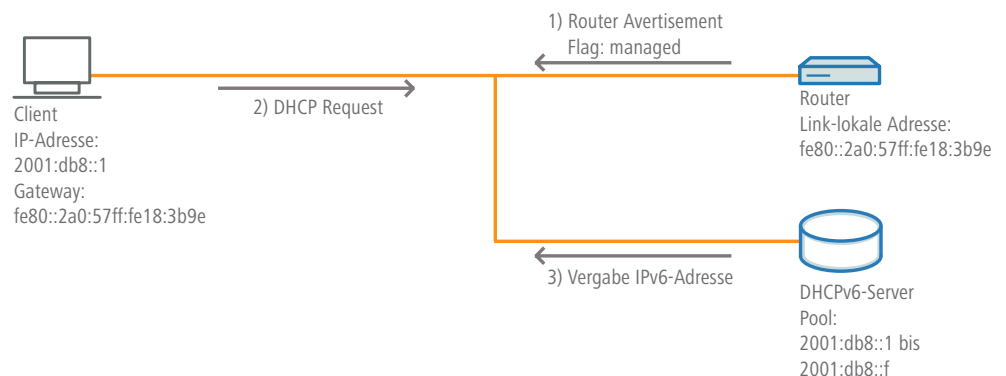


Abb. 5 Stateful Address Autoconfiguration

# LANCOM™ Techpaper

## IPv6-Migration

### ICMPv6

Ein weiterer essenzieller Bestandteil von IPv6 ist ICMPv6. Das Internet Control Message Protocol ist zwingend für den Betrieb eines IPv6-Netzwerkes notwendig, während die Nutzung von ICMPv4, für IPv4-Netzwerke, nur optional ist. Es wird, wie auch schon die IPv4-Version, dazu genutzt, Fehlermeldungen und Informationen auszutauschen und wird von verschiedenen weiteren Protokollen verwendet.

### Neighbor Discovery Protocol

Das Neighbor Discovery Protocol (NDP) ist verantwortlich für das Finden anderer Komponenten im gleichen Netzwerksegment und das Entdecken der entsprechenden IPv6-Adressen dieser Komponenten. Somit ist es auch ein wichtiger Bestandteil der Duplicate Address Detection, welche prüft, ob eine generierte IPv6-Adresse bereits im Netzwerk vorhanden ist und bei Bedarf die Generierung einer neuen Adresse verlangt. Das NDP nutzt auch die Informationen der Router Advertisements und speichert und erneuert die Informationen über verfügbare Router. Zusätzlich werden auch DNS-Server und die Erreichbarkeitsinformationen anderer aktiver Nachbarn nachgehalten.

### DNS

Da IPv6-Adressen deutlich länger und komplizierter sind als IPv4-Adressen, ist DNS eine besondere Bedeutung zuzuweisen. Während der A Resource Record im DNS einen Namen in eine IPv4-Adresse auflöst, ist bei IPv6 der AAAA Resource Record für die Auflösung in eine IPv6-Adresse verantwortlich.

### Firewall

Die Firewall hat bei IPv6 durch den Wegfall des NAT (Network Address Translation) einen höheren Stellenwert als in IPv4, da theoretisch jede Global Unicast Adresse des lokalen Netzwerkes direkt aus dem Internet zu erreichen ist. Von daher ist die gründliche Konfiguration der IPv6-Firewall besonders wichtig, da auch die Regeln, die sich auf IPv4 beziehen nicht greifen.

### Header

Der IPv6 Header wurde im Vergleich zu IPv4 optimiert und hat eine feste Länge von 40 Bytes und beinhaltet keine optionale Komponente mehr.

### Adresszuweisung vom Provider

Während bei einem IPv4-Internetzugang vom Provider eine IPv4-Adresse an den Kunden vergeben wird, handelt es sich bei IPv6 um eine IPv6-Adresse und ein Präfix, welches der Kunde in sein Netzwerk propagiert und Clients für ihre Global Unicast Adresse nutzen.

### Fazit

Die schrittweise und zukunftsichere Migration zum Dual Stack ist mit LANCOM Geräten einfach umzusetzen. Außerdem besteht kein Grund zu übereilten Aktionen, da IPv4 weiterhin genutzt werden kann und auch genutzt werden muss, da die Integration von IPv6 in alle Bereiche des Internets noch einen großen Zeitraum in Anspruch nehmen wird.

Weitere Informationen zu IPv6 finden Sie unter:  
[www.lancom-systems.de/IPv6](http://www.lancom-systems.de/IPv6)