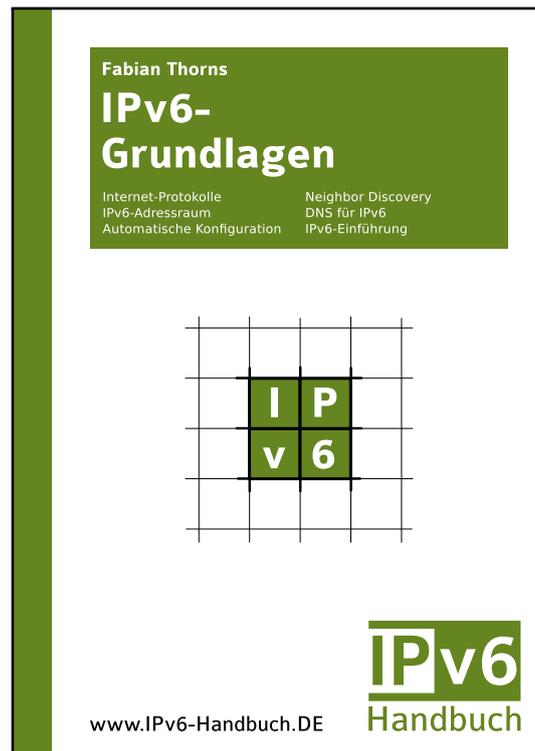


IPv6 Handbuch

Auszug / Leseprobe



Fabian Thorns

IPv6-Grundlagen

1. Auflage 2014

(Entspricht Version 20140204002 vom 4. Februar 2014)

Diese Datei ist ein Auszug aus dem E-Book *IPv6-Grundlagen* aus der Reihe *IPv6-Handbuch*. Das vollständige E-Book können Sie auf www.IPv6-Handbuch.DE erwerben. Dort finden Sie auch weitere Informationen über die anderen Bände dieser Reihe.

Copyright © 2014 Fabian Thorns, Karlsruhe. Alle Rechte vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	i
Vorwort	v
1 Die Internet-Protokolle	1
1.1 Das Prinzip des Internets	1
1.1.1 Aufbau und Struktur des Internets	1
1.1.2 OSI-Referenzmodell	2
1.1.3 Transport und Routing	4
1.2 IPv4 – Das Internet Protocol version 4	6
1.2.1 IP-Adressen und -Netzwerke	7
1.2.2 Wie voll ist IPv4 wirklich?	12
1.3 IPv6 – Das Internet Protocol version 6	13
1.3.1 Neuerungen von IPv6	13
1.3.2 Aufbau und Struktur der IPv6-Header	15
1.3.3 Dual Stack-Betrieb	18
1.3.4 Informationsquellen zu IPv6	18
1.4 Zusammenfassung	20
2 Der IPv6-Adressraum	21
2.1 IPv6-Adressen und ihre Schreibweise	21
2.1.1 Schreibweise von IPv6-Adressen	22
2.1.2 Typen von IPv6-Adressen	27
2.1.3 Gültigkeitsbereiche von IPv6-Adressen	27
2.2 Aufbau von Unicast-Adressen	29
2.3 Prefixe für Unicast-Adressen	31
2.3.1 Globale Unicast-Prefixe	31
2.3.2 Lokale Unicast-Adressen / Unique Local Addresses	37
2.3.3 Link-lokale Unicast-Adressen	42
2.3.4 Prefixe für IPv6-Tunnel	43
2.3.5 Besondere Prefixe	44
2.4 Interface Identifier für Unicast-Adressen	48
2.4.1 Eindeutige Interface Identifier und das Modified EUI-64-Format	50

2.4.2	Interface Identifier aus eindeutigen Eigenschaften	51
2.4.3	Zufällige dauerhafte Interface Identifier	54
2.4.4	Zufällige temporäre Adressen und Privacy Extensions	54
2.4.5	Selbst festgelegte Interface Identifier	57
2.4.6	Besondere Interface Identifier	57
2.5	Besondere Unicast-Adressen	59
2.5.1	Localhost	59
2.5.2	Unspecified Adresse	59
2.5.3	Default-Route	60
2.6	Anycast-Adressen	60
2.7	Multicast-Adressen	61
2.7.1	Aufbau von Multicast-Adressen	62
2.7.2	Solicited Node Multicast-Adressen	65
2.7.3	Besondere Multicast-Adressen	66
2.7.4	Dynamische Allokierung von Multicast-Adressen	67
2.7.5	Multicast-Adressen für Dokumentationszwecke	70
2.7.6	Multicast-Gruppen und ihre Abbildung auf dem Link Layer	71
2.8	Obligatorische IPv6-Adressen	72
2.9	Zusammenfassung	73
3	Automatische Konfiguration und Neighbor Discovery	77
3.1	Automatische Konfiguration in IPv6-Netzen	77
3.1.1	Verfahren zur Adresskonfiguration	77
3.1.2	Lebenszyklus von IPv6-Adressen	79
3.1.3	On-Link- und Off-Link-Eigenschaft von Adressen und Prefixen	82
3.1.4	SLAAC – Stateless Autoconfiguration über Router Advertisements	84
3.1.5	Stateless Autoconfiguration mit zusätzlichen Informationen (Stateless DHCPv6)	91
3.1.6	Stateful Autoconfiguration über DHCPv6	94
3.1.7	Wiederherstellung bekannter Konfigurationen – Simple DNS	105
3.2	Die Nachbarschaft	106
3.2.1	Neighbor Discovery	106
3.2.2	Neighbor Cache und Neighbor Unreachability Detection	108
3.2.3	Duplicate Address Detection	110
3.2.4	Auswahl von Quell- und Zieladressen	111
3.2.5	Next Hop Determination	119
3.2.6	Redirects	119
3.2.7	Sicherheit der Neighbor Discovery	120
3.3	Weitere Verwaltungsfunktionen	122
3.3.1	ICMPv6	122
3.3.2	Path MTU Discovery	127
3.3.3	QoS – Quality of Service	128
3.3.4	Multicast Listener Discovery	130
3.3.5	NAT für IPv6	136
3.4	Zusammenfassung	140
4	Grundlagen des DNS für IPv6	143
4.1	IPv6-Adressen im DNS	143
4.1.1	Forward-DNS für IPv6	145

4.1.2	Reverse-DNS für IPv6	145
4.1.3	Verweise auf AAAA-Records	147
4.1.4	DNS-Einträge für lokale Unicast-Adressen	148
4.2	Bedeutung des DNS für IPv6	149
4.3	Konzepte für die Namensgebung	150
4.4	Zusammenfassung	152
5	Die IPv6-Einführung	153
5.1	Übersicht der IPv6-Einführung	153
5.1.1	Notwendigkeit der Planung	153
5.1.2	Ziele der IPv6-Einführung	154
5.1.3	Phasen der IPv6-Einführung	156
5.2	Globale Planung der IPv6-Einführung	158
5.2.1	Anbindung an das IPv6-Internet	159
5.2.2	IPv6-Topologie und Subnetting	163
5.2.3	Reihenfolge der IPv6-Einführung	167
5.2.4	Umsetzung der IPv6-Einführung	170
5.3	IPv6-Einführung in (Teil-)Netzen	171
5.3.1	Inventarisierung und Bestandsaufnahme	171
5.3.2	Feststellen und Klassifizieren der IPv6-Unterstützung	173
5.3.3	Adressvergabe und automatische Konfiguration	182
5.3.4	Inbetriebnahme von IPv6	189
5.4	Begleitende Tätigkeiten	190
5.4.1	Wissensaufbau	190
5.4.2	Dokumentation	190
5.4.3	Prozessintegration	191
5.4.4	Monitoring	192
5.4.5	Sicherheit	192
5.5	Weitere Quellen für die Planung von IPv6-Projekten	193
5.6	Zusammenfassung	194
	Stichwortverzeichnis	197

Leseprobe

Vorwort

Liebe Leserinnen und liebe Leser,

herzlich willkommen zum ersten Band des IPv6-Handbuchs! Dieser Band befasst sich mit den Grundlagen von IPv6.

Dass Sie diese Zeilen lesen zeigt, dass Sie sich mit dem Thema IPv6 auseinandersetzen wollen oder müssen. Offen gesagt kommt dieses Interesse reichlich spät – ist doch das Ende des IPv4-Adressvorrats schon seit Beginn der allgegenwärtigen Internetnutzung absehbar und mit dem Beginn der Entwicklung des damals noch IPng genannten IPv6 im Jahr 1995 schon seit längerem ein Nachfolger verfügbar.

Aller Vorhersagen und Warnungen zum Trotz musste der Mangel an IPv4-Adressen erst bei Netzbetreibern und Anschlussinhabern ankommen, bis IPv6 allgemein als wichtiges Thema erkannt wurde. Selbst im Sommer 2013 erklärt der – eigentlich angenehm IT-affine – Geschäftsführer eines Anbieters von Netzwerk-Diensten, „Wir haben noch ein ungenutztes /24 in der Hinterhand, so lange wir das haben ist IPv6 für uns kein Thema“. Für besagtes Unternehmen mag dies zutreffen – so lange, bis wichtige Partner oder Kunden die angebotenen Dienste per IPv6 benötigen.

Doch selbst wenn die Relevanz von IPv6 erkannt wird, ist es schwierig, die notwendigen Ressourcen und Budgets zu erhalten. Augenscheinlich hat IPv6 keinen direkten unternehmerischen Mehrwert im Sinne neuer, dem Kunden in Rechnung stellbarer Produkte. Investitionen in IPv6 sind Investitionen in Infrastruktur und in die Zukunft. Sie sind notwendig, um den Betrieb von Netzwerken unter den sich ändernden Rahmenbedingungen aufrecht zu erhalten. Der Mehrwert von IPv6 liegt schlicht darin, auch in einigen Jahren mit Geschäftspartnern kommunizieren zu können und neue Adressen für neue Dienste zu erhalten.

Die großen Netzbetreiber treffen deshalb seit Jahren die notwendigen Vorbereitungen, mehr und mehr Backbone- und Transitnetze unterstützen natives IPv6. Die Vorbereitungen für die native IPv6-Anbindung von Endkunden laufen in Europa, in einigen anderen Teilen der Welt sind sie bereits umgesetzt. In Deutschland erhalten Anfang 2014 neue Internet-Anschlüsse immer öfter natives IPv6 – öffentliche IPv4-Adressen sind hingegen nicht mehr selbstverständlich.

Dauerhaft verschließen kann sich dem Thema deshalb kaum jemand. Selbst wer seinen eigenen Adressbedarf weiterhin mit IPv4-Adressen bedienen kann, wird in den kommenden Jahren mehr und mehr Partnern gegenüber stehen, die über IPv6 auf Dienste zugreifen müssen, Dienste per IPv6 anbieten und die IPv6 als grundlegende Anforderung bei Beschaffungen aller Art machen.

Leider ist es bisher vergleichsweise schwer, einen fundierten Einstieg in das Thema IPv6 zu finden. Obwohl die zentralen Prinzipien des Internet-Protokolls unverändert geblieben sind, gibt es viele Neuerungen im Detail. Hinzu kommt die lange Evolution von IPv6, in der Standards mehrfach geändert wurden, sowie die unterschiedliche Praxisrelevanz verschiedener Aspekte von IPv6. Beides macht das Zusammenstellen von Informationen aus verschiedenen Quellen nicht unbedingt leichter.

Das IPv6-Handbuch soll ein tatsächliches Verstehen erlauben. Deshalb finden sich an einigen Stellen vergleichsweise allgemeine Anmerkungen, die zunächst allgemeine Prinzipien beschreiben, bevor auf die IPv6-spezifischen Eigenschaften eingegangen wird. Je nach Kenntnisstand können erfahrene Leser diese Ausführungen überfliegen. Alle anderen Leser können dort den Kontext nachvollziehen, in dem IPv6-spezifische Erweiterungen entstanden sind.

Dieser Band ist zugegebenermaßen recht theoretisch und textlastig. Sie sollten dies als Ansporn nehmen, das Gelesene in die Praxis zu übertragen: Erklären Sie sich zum Beispiel den Aufbau Ihrer IPv6-Adressen, beobachten Sie mit einem Sniffer die Neighbor Discovery und schauen Sie, wie sich diese auf Ihr System, seine IPv6-Adressen und seinen Neighbor Cache auswirkt. Wenn Sie noch kein IPv6-Netzwerk haben, kehren Sie nach der ersten Lektüre und dem Aufbau eines kleinen Test-Netzwerkes noch einmal zu diesem Band zurück und wiederholen Sie die Inhalte.

Neben diesem Band werden im IPv6-Handbuch weitere Bücher erscheinen. Sie werden sich mit IPv6 unter verschiedenen Betriebssystemen, mit der IPv6-Einführung in verschiedene Dienste, insbesondere DNS und HTTP, sowie verschiedenen anderen Aspekten von IPv6 befassen. Diese Bände unterstützen Sie bei der praktischen Umsetzung der in diesem Band besprochenen Konzepte. Sie bauen dabei auf den Grundlagen aus diesem Band auf.

Alle Bände im IPv6-Handbuch werden einzeln als E-Books angeboten. Sie können so gezielt jene Bände kaufen, die für Sie relevant sind. Weitere Informationen über das IPv6-Handbuch finden Sie unter www.IPv6-Handbuch.DE. Dort können Sie unter anderem einen Newsletter abonnieren, der Sie über Neuerscheinungen informiert. Außerdem finden Sie auf der Website ein Kontaktformular, mit dem Sie Anmerkungen, Lob und Kritik mitteilen können. Jede Rückmeldung zu diesem Band ist herzlich willkommen! Wenn Sie das IPv6-Handbuch weiterempfehlen möchten, finden Sie auf der Website direkte Links, um einen Hinweis auf das IPv6-Handbuch in verschiedenen sozialen Netzen zu senden.

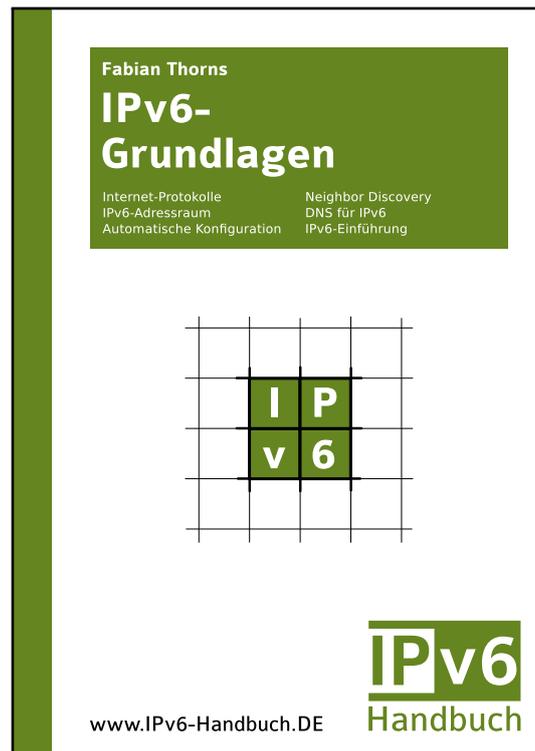
Ich wünsche Ihnen eine angenehme Lektüre und viel Erfolg bei der Einführung von IPv6!

Fabian Thorns

im Januar 2014

IPv6 Handbuch

Auszug / Leseprobe



Fabian Thorns

IPv6-Grundlagen

1. Auflage 2014

(Entspricht Version 20140204002 vom 4. Februar 2014)

Diese Datei ist ein Auszug aus dem E-Book *IPv6-Grundlagen* aus der Reihe *IPv6-Handbuch*. Das vollständige E-Book können Sie auf www.IPv6-Handbuch.DE erwerben. Dort finden Sie auch weitere Informationen über die anderen Bände dieser Reihe.

Copyright © 2014 Fabian Thorns, Karlsruhe. Alle Rechte vorbehalten.