



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

WIRTSCHAFT.
WACHSTUM.
WOHLSTAND.

Nationaler **IT Gipfel**
München 2011

Strategiepapier zur Förderung der Einführung von IPv6

AG 2 Sonderthemenengruppe „Einführung von IPv6“

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	4
2. Hauptaussagen/Zusammenfassung	5
3. Notwendigkeit und erreichter Stand der Einführung von IPv6	6
3.1. Notwendigkeit der Einführung von IPv6.....	6
3.2. Stand der Einführung von IPv6.....	6
4. Potenziale von IPv6	8
4.1. Was ist IPv6?.....	8
4.2. Vorteile von IPv6 gegenüber IPv4.....	9
5. Fragestellungen im Zusammenhang mit der Einführung von IPv6	10
5.1. Technische Fragestellungen.....	10
5.2. Marktwirtschaftliche Fragestellungen.....	11
5.3. Gesellschaftliche Fragestellungen.....	12
6. Handlungsempfehlungen zur Förderung der Einführung von IPv6	13
6.1. Zielsetzung bei der Einführung.....	13
6.2. Öffentliche Fördermaßnahmen.....	13
6.3. Privatwirtschaftliche Maßnahmen.....	14
6.3.1. Freiwillige Selbstverpflichtungen.....	14
6.3.2. Kooperationsmodelle von Marktteilnehmern.....	14
6.4. Öffentlichkeitswirksame Darstellung der Möglichkeiten mit IPv6.....	15
Anhang	16
Übersicht der Beteiligten an der Sonderthemengruppe zur Einführung von IPv6.....	16

1. Einleitung

Die Sonderthemengruppe zur Einführung von IPv6 wurde im Nachgang zum Nationalen IT Gipfel 2010 als Reaktion auf die Notwendigkeit der Förderung der Einführung des Internet-Protokolls Version 6 (IPv6) in Deutschland ins Leben gerufen. Ziel der Sonderthemengruppe ist es, die im Rahmen der Einführung von IPv6 auftretenden technologischen, marktwirtschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen zu erarbeiten sowie Handlungsempfehlungen für Entscheidungsträger aus Politik und Wirtschaft zu formulieren.

Die Sonderthemengruppe versteht sich als unabhängiges, marktübergreifendes Gremium von Marktbeteiligten und Experten zum Thema IPv6. Sie wird getragen von führenden Unternehmen der Telekommunikations- und IT-Wirtschaft, aber auch von Vertretern der Wissenschaft sowie dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.

Zur Förderung der Einführung von IPv6 hat sich die Sonderthemengruppe im Jahr 2011 zum Ziel gesetzt, die Notwendigkeit der Einführung von IPv6 sowie deren aktuellen Status in Deutschland aufzuzeigen. Darüber hinaus wurden Antworten auf vielfach gestellte Fragen erarbeitet und erste Handlungsempfehlungen für weiter reichende Initiativen zur Förderung der Einführung von IPv6 formuliert. Die Ergebnisse der Sonderthemengruppe sind im vorliegenden Strategiepapier zusammengefasst.

2. Hauptaussagen/Zusammenfassung

Für den Großteil der Bürger unbemerkt, schreitet die Einführung von IPv6 bereits seit mehreren Jahren langsam, aber stetig voran. Jetzt ist allerdings der Zeitpunkt erreicht, an dem die Einführung gezielt gefördert werden muss, um eine flächendeckende Verbreitung zu erreichen:

- **Die IPv4-Internetadressen sind begrenzt;** der Vorrat ist spätestens im Jahr 2012 endgültig erschöpft und die bisherige Netzarchitektur zur Adressierung von Diensten und Internet-Zugängen stößt damit an Grenzen.
- **Das IPv6-Protokoll löst das Adressproblem auch für die weitere Zukunft und bringt darüber hinaus noch wichtige Verbesserungen gegenüber IPv4** (zum Beispiel verbesserte, ins Protokoll integrierte Autokonfigurationsmöglichkeiten; zukünftige real-time SLAs...).
- **Ohne IPv6 gibt es keine Zukunft für das Internet und seine neuen Anwendungen – es gibt keine Alternative zu IPv6** (speziell für Anwendungen, die Mobility Service Aspekte besonders bedürfen)!
- **IPv4 und IPv6 sind nicht kompatibel;** beide Protokolle werden in einer mehrjährigen Übergangsphase jedoch gemeinsam nebeneinander betrieben. Für Firmen und Netzbetreiber bedeutet dieser sogenannte Dual-Stack Betrieb Mehraufwände in den Bereichen Ressourcen und Infrastruktur (zum Beispiel durch Austausch von Geräten und höheren administrativen Aufwand).

Neben der Notwendigkeit einer flächendeckenden Einführung von IPv6 für einen störungsfreien Betrieb des Internets muss sich die deutsche Wirtschaft auf den zukünftigen Bedarf an IPv6-basierten Produkten einstellen, um so einen drohenden Wettbewerbsnachteil abzuwenden. Insbesondere im asiatischen Raum ist die Verbreitung schon sehr viel weiter fortgeschritten.

Um die Einführung von IPv6 in Deutschland zu beschleunigen, bedarf es einer gemeinsamen Aktion von Wirtschaft und Politik, denn:

- Provider verspüren zu wenig Nachfrage, um flächendeckend auf IPv6 umzustellen; Dienstanbieter bleiben auf IPv4, da sich durch die nicht durchgängige End-to-End-Unterstützung von IPv6 nicht alle Vorteile von IPv6 voll nutzen lassen.
- Endanwender haben keine direkte Nachfrage nach IPv6, da es für sie im Normalfall keine Veränderung darstellt.

Aus Sicht der Sonderthemenkommission ist es das Ziel, in Deutschland bis zum Jahre 2015 alle Dienste durch beide Protokollversionen, IPv4 und IPv6, bereitzustellen. Hierfür werden folgende Handlungsempfehlungen formuliert:

- Die Bundesregierung wird prüfen, welche speziellen Erfordernisse es insbesondere in der Forschungs- und Entwicklungspolitik, bei der öffentlichen Beschaffung, bei der IT-Sicherheit und beim Datenschutz gibt, um die Verbreitung des neuen Internetstandards in Deutschland voranzutreiben. Dazu wird sie in einem halben Jahr einen Bericht mit geeigneten Handlungsempfehlungen vorlegen.
- Privatwirtschaftliche Marktteilnehmer sollten sich gemeinsam zu einer Selbstverpflichtung zur Einführung von IPv6 für neue Dienste abstimmen und Kooperationen bilden, um die Kosten der Einführung möglichst gering zu halten und die Vorteile von IPv6 schnell nutzbar zu machen.
- Alle Interessenvertreter sollten bemüht sein, die Vorteile von IPv6, insbesondere über die reine Adressraumerweiterung hinaus, öffentlich bekannt zu machen.

3. Notwendigkeit und erreichter Stand der Einführung von IPv6

3.1. Notwendigkeit der Einführung von IPv6

Das Internet nutzt heute als Basis für die Kommunikation hauptsächlich den Internet-Protokoll-Standard Version 4 (IPv4). Das Internet transportiert dabei die Nutzerdaten in Form von Datenpaketen, die eindeutige Adressinformationen (IP-Adressen) von Sender und Empfänger enthalten.

Die stark anwachsende Anzahl von Internetnutzern und der Erfolg des Internets weltweit haben dazu geführt, dass der mit dem IPv4-Standard mögliche Adressraum in Kürze komplett ausgeschöpft sein wird und keine freien Adressen für weitere Nutzer mehr zur Verfügung stehen.

So hat die ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) in Ausübung der 'Internet Assigned Numbers Authority' (IANA) am 3. Februar 2011 die letzten fünf noch freien Adressblöcke auf die Regionalen RIR (Regional Internet Registries – für Europa RIPE) verteilt. Bei den RIR wird der Vorrat bis spätestens Ende 2012 aufgebraucht sein.

Diese Knappheit führt bereits zu einem drastischen Wettbewerb um die noch freien Adressen. Stark selektive Vergabe der restlichen IP-Adressen und ein möglicher kommerzieller Markt mit IP-Adressräumen sind jedoch nicht mit dem Grundprinzip des offenen Internets vereinbar.

Demgegenüber steht ein enorm wachsender Bedarf an IP-Adressen im Bereich der mobilen Kommunikation und der Kommunikation von Geräten und Maschinen untereinander (M2M). Beispiele hierfür sind das Internet der Dinge, das Internet der Energie und das mobile Internet.

In naher Zukunft wird jeder Mensch eine Vielzahl von IP-Adressen für die verschiedensten Anwendungen und Geräte zur Internet-Kommunikation benötigen. Dieser Bedarf kann mit den IPv4-Adressen nicht mehr abgedeckt werden.

Die Alternative ist das Internet Protokoll Version 6 (IPv6). IPv6 stellt durch eine Erweiterung des Adressraums um ein Vielfaches mehr Adressen zur Verfügung und ist damit zukunftssicher (siehe auch Kapitel

5.1.). Da die Formate der IPv4- und IPv6-Datenpakete nicht kompatibel sind, erfordert ein nahtloser Übergang ein Miteinander von IPv4 und IPv6 sowie für die Kommunikation eines reinen IPv4-Endgerätes mit einem IPv6-Endgerät eine Übersetzung zwischen beiden Protokollversionen.

Die Internetpopulation in Deutschland beläuft sich in 2011 auf ca. 65 Millionen Anwender, was 79 Prozent der Bevölkerung entspricht, und ist damit die größte in Europa und die fünftgrößte weltweit. Sie alle und alle künftigen Anwender müssen zu IPv6-Nutzern werden. Denn ohne IPv6 gibt es keine Zukunft für das Internet und seine neuen Anwendungen!

Über die Sicherstellung des störungsfreien Betriebes des Internets hinaus ist die Förderung der Einführung von IPv6 in Deutschland auch eine Standortfrage. Deutschland ist weltweit die führende Exportnation. Insbesondere im asiatischen Raum ist das Internet der neuen Generation bereits sehr viel weiter verbreitet. Wird der Übergang auf IPv6 in Deutschland ignoriert oder dem zögernden Markt überlassen wie bisher, droht unweigerlich eine Abkopplung von der derzeitigen Entwicklung rund um IPv6 in Asien. Das hätte unmittelbare Auswirkungen auf den Wirtschafts- und Exportstandort Deutschland. Die deutsche Industrie muss sich daher darauf vorbereiten, dem zukünftigen Bedarf an IPv6-basierten Diensten, Anwendungen und Geräten zu entsprechen, um so einen drohenden Wettbewerbsnachteil auf dem Weltmarkt abzuwenden.

3.2. Stand der Einführung von IPv6

Weltweit nimmt die Durchdringung von IPv6 zu. Japan, China, Australien und die USA führen das Internet der neuen Generation ein. Dienstanbieter im Internet wie Google oder eBay stellen den Nutzern IPv6-fähige Dienste zur Verfügung.

In Deutschland sind die technischen Voraussetzungen seitens der Produktanbieter der Netzkomponenten für heutige Produktgenerationen in der Regel vorhanden. Für die bestehende Infrastruktur wird eine durchgehende IPv6-Unterstützung über alle Netzkomponenten und Endgeräte hinweg angestrebt. Der Status in den einzelnen Bereichen, die

von der Änderung des IP-Protokolls berührt werden, stellt sich im Jahre 2011 in Deutschland wie folgt dar:

IPv6-Status bei Anwendern

Seitens der Nutzer ist die direkte Nachfrage nach IPv6 gering. Für den Großteil privater Anwender sind IP-Adressen nicht sichtbar, solange keine technischen Probleme beim Internetzugang auftreten. Der Endanwender möchte unabhängig vom Übertragungsprotokoll die für ihn wichtigen Dienste nutzen können.

Für kleinere und mittlere Unternehmen ist eine Umstellung auf IPv6 ein signifikanter Kostenfaktor, der erst bei sanfter und reibungsloser Migration und deutlichem Nutzen gegenüber der gewachsenen IPv4 Infrastruktur in Angriff genommen wird. Internationale Geschäftsbeziehungen forcieren möglicherweise diese Migration.

Für die private Nutzung kann die schnellere Bereitstellung von IPv6-Dienstangeboten (zum Beispiel der Top 50 Internetdienste in Deutschland¹) hier den Nachfrageschub erzeugen.

IPv6-Status bei den Betriebssystemen der Endgeräte

Die Desktop- und Server-Betriebssysteme sind bereits seit einiger Zeit weitgehend IPv4/IPv6 Dual-Stack-fähig. Aus heutiger Sicht sind, wenn überhaupt, nur kleinere Probleme bei der Umstellung von IPv4 auf IPv6 zu erwarten.

Größeren Nachholbedarf gibt es bei den mobilen Betriebssystem-Versionen. Gründe hierfür sind zum Beispiel eine deutlich spätere stabile Standardisierung der Dual-Stack-Implementierung und die damit verbundene späte Verfügbarkeit der entsprechenden Chips für mobile Endgeräte. Auch andere Leistungsmerkmale, wie zum Beispiel der automatische Bezug einer IP-Adresse aus dem Netzwerk (DHCP IPv6), werden noch nicht durchgehend unterstützt.

IPv6-Status im Bereich Anschlussstechnik

Zur Zugangstechnik auf der Nutzerseite gehören beispielsweise DSL-, LTE- und Kabelmodems, Ether-

net, WLAN-Router, Set-Top Boxen und auch mobile Endgeräte. Sie stellen die physikalische Verbindung mit den entsprechenden Netzanschlusskomponenten des Netzbetreibers her.

Die IPv6-Unterstützung muss hier in Millionen Fällen noch ausgebaut und anwendertauglich gemacht werden. Ein Beispiel: Stand heute sind mehr als 26 Mio. Festnetz-Breitbandanschlüsse in Deutschland vorhanden. Allein die Umstellung aller bei den Kunden befindlichen und noch nicht IPv6-fähigen DSL-Endgeräte auf IPv6 (Dual-Stack) ist eine enorme Herausforderung.

Für eine flächendeckende Versorgung mit IPv6 für Nutzer und Netzbetreiber bedarf es demnach noch einiger Investitionen.

IPv6-Status der Netzinfrastruktur der Netzbetreiber

Nicht alle Netzbetreiber haben ihre Infrastruktur bereits auf durchgängige IPv6-Fähigkeit umgestellt. Bei Beschaffung und Ausschreibungen für neue Netzkomponenten wird die IPv6-Fähigkeit der Produkte aber explizit vorausgesetzt. Und für vorhandene Infrastruktur existieren ausgereifte technische Lösungen, die eine sanfte Migration von IPv4 nach IPv6 erlauben. Es ist sichergestellt, dass IPv4 und IPv6 über einen notwendig längeren Zeitraum koexistieren können.

IPv6-Status bei den Dienst Anbietern

Das IPv6-Angebot der Dienstanbieter ist derzeit noch gering; es gibt viele Initiativen, die Nachfrage nach IPv6 durch neue Dienstangebote zu erhöhen. Beispielsweise wurde am 8. Juni 2011 beim „World IPv6 Day“ der Parallelbetrieb von altem und neuem IP erfolgreich getestet. In Deutschland nahmen hier bereits viele namhafte Unternehmen, Verbände sowie die Regierung teil; unter anderem der BITKOM, das Bundesinnenministerium, Cisco, Deutsche Telekom, Ericsson, Nokia Siemens Networks und Telefónica Germany. Die komplette Liste der beteiligten Unternehmen national und international ist auf der Webseite des IPv6 Councils zu finden². Positiv ist, dass viele Dienstanbieter auch nach dem 8. Juni ihre Angebote weiterhin über IPv6 zugänglich machen.

1 <http://www.vyncke.org/ipv6status/index.php> (letzter Zugriff 20.9.2011)

2 http://www.ipv6council.de/ipv6day/ipv6_dashboard.html (letzter Zugriff 20.9.2011)

4. Potenziale von IPv6

Das Internet ist schon heute wesentlicher Bestandteil des täglichen Lebens. Ohne die Dienste beziehungsweise ohne die Funktionen aus dem Internet ist das Geschäfts- und Privatleben in Deutschland und in der Welt nicht mehr vorstellbar. Deshalb gilt es, den aktuellen Status zu bewahren, die erweiterte Nutzung vorzubereiten und die Möglichkeit zu haben, sowohl den Funktionsumfang als auch die Anzahl potenzieller Nutzer und/oder Funktionselemente stetig anwachsen zu lassen. Nur mit IPv6 ist dies mit der gleichen Wachstumsgeschwindigkeit wie in der aktuellen IPv4-Welt weiterhin möglich.

4.1. Was ist IPv6?

Das zentrale Element des Internets ist das „Internet-Protokoll“ (IP), das für den Transport der Datenpakete und die Adressierung der an das Internet angeschlossenen Komponenten sorgt. Übertragen auf die Postzustellung legt das Protokoll die Adresse wie Postleitzahl und Heimadresse fest und erlaubt nach Auswertung der Zieladresse die Auswahl des Transportweges.

Im Zuge der weltweiten Verwendung von IPv4 zeigten sich einige Bereiche, die unvollständig beziehungsweise gar nicht in der ersten Generation des Internet-Protokolls berücksichtigt wurden. Dies führte in den 1990er Jahren zur Entwicklung des neuen Protokolls IPv6. Mit IPv6 wurde der ursprüngliche, in IPv4 genutzte Adressraum von 32 Bits auf eine 128 Bits umfassende Adresse also 2^{128} für die Ziel- und Ursprungssysteme erweitert. Dabei wird für eine mögliche Autokonfiguration von Endsystemen grundsätzlich das zu erreichende Netzwerk mit den ersten 64 Bits und das Endsystem mit den zweiten 64 Bits adressiert. Daraus ergeben sich theoretisch gigantische 18.446 Milliarden routbare

($=1,84467 \times 10^{19}$) Netzwerke. Gleichzeitig ergibt sich aber auch pro Netzwerk die entsprechend gleiche Anzahl von zu adressierenden Endsystemen beziehungsweise Interfaces.

Der Adressierung von Internetgeräten kommt eine besondere Bedeutung zu. Jeder Router, Server, Host und jedes andere Internetgerät (dazu zählen auch Mobiltelefone, Sensoren, RFID-Geräte und zukünftig auch heute noch nicht geläufige „Endgeräte“, wie zum Beispiel Chipkarten, Fotoapparate, Haushalts-elektronik oder Kfz-Gateways aus dem „Internet der Dinge“) benötigt eine IP-Adresse, um mit anderen Internetgeräten zu kommunizieren. Die Eindeutigkeit dieser Adresse ist die Voraussetzung für eine globale (Inter-)Konnektivität.

In der aktuellen Version IPv4³ sind am 3. Februar 2011 die letzten noch verfügbaren fünf Adressblöcke von der zentralen Behörde IANA⁴ an die regionalen Vergabestellen zugeteilt worden⁵. Die regionale Vergabestelle für den asiatisch-pazifischen Raum, APNIC, hat am 15. April 2011 ihren letzten verfügbaren /8-Adressblock erreicht und eine restriktivere Vergabe von IPv4-Adressen eingeleitet⁶.

Daraus ergibt sich ein dringender Handlungsbedarf für die Einführung von IPv6.

Die darüber hinausgehenden Anpassungen vom IPv6-Protokoll adressieren eine bessere Verarbeitung der IPv6-Protokoll-Transportinformationen. Die Erweiterungen in Richtung QoS (Flowlabel) sind aktuell nicht über einen Laborstatus hinausgekommen und erlauben heute, den Status Quo (Qualitätsklassen) von IPv4 zu realisieren. Wesentliche Serviceverbesserungen werden von den IPv6 Mobile IP Implementierungen erwartet.

3 IPv4 ist spezifiziert in RFC 791, 1981. RFC bedeutet „Request for Comments“. Siehe: „Internet Engineering Task Force“ (IETF); <http://www.ietf.org> (letzter Zugriff 20.9.2011)

4 Internet Assigned Numbers Authority, <http://www.iana.org/> (letzter Zugriff 20.9.2011)

5 <http://www.ripe.net/internet-coordination/news/announcements/ripe-ncc-receives-final-8-of-ipv4-address-space-from-iana> (letzter Zugriff 20.9.2011)

6 <http://www.apnic.net/publications/news/2011/final-8> (letzter Zugriff 20.9.2011)

4.2. Vorteile von IPv6 gegenüber IPv4

Die Protokollversion IPv6 bietet eine Vielzahl von Vorteilen gegenüber der Vorgängerversion IPv4 und eröffnet darüber hinaus zahlreiche neue Möglichkeiten und Anwendungen:

- Ein erweiterter Adressraum stellt um ein Vielfaches mehr Adressen zur Verfügung und ist damit zukunftssicher.
- Keine überlappenden Adressbereiche in Firmennetzen und dadurch Kosteneinsparungen bei Zusammenlegung von Verwaltungen, Behörden und Firmen. Kostspielige Umplanungen entfallen somit.
- Erweiterte Autokonfiguration-Funktionen der Endsysteme erleichtern das Netzwerk-Management und ermöglichen ein „Plug-and-Play“ für eine breite Palette von Endgeräten. Dabei gilt es weniger, Geräte der individuellen, persönlichen Nutzung zu betrachten, sondern vielmehr solche, die sich automatisch in das öffentliche Netzwerk, das Unternehmensnetzwerk oder das heimische Netzwerk zur Erhöhung des Komforts, der Sicherheit oder der Energieversorgung einlinken sollten.
- Sichere Kommunikation über direkte End-to-End-Verbindungen ohne Beschränkung der Teilnehmerzahl und bei voller bidirektionaler Erreichbarkeit.
- Zum Teil positiver Einfluss auf den Stromverbrauch für die Kommunikation, da der Verkehr nach weltweiter Einführung nicht mehr durch NAT-Geräte laufen muss bzw. gerade im Mobilfunkbereich die Endgeräte nicht zusätzliche Pakete zur Aufrechterhaltung der NAT-Informationen senden müssen.
- Größere Flexibilität durch erweiterte Mobilität der Teilnehmer und Möglichkeit einer „Always-On“-Funktionalität über Netzwerkgrenzen hinweg durch Mobil IPv6.
- Unified Communications, das heißt die Zusammenführung aller Kommunikationsdienste mit integrierter Präsenzfunktion (Presence Information) zur Ermittlung der aktuellen Erreichbarkeit.
- Machine-to-Machine-Kommunikation (M2M) als neuer Anwendungsbereich, der nur durch die Einführung von IPv6 realisiert werden kann, da voraussichtlich Milliarden von Maschinen miteinander kommunizieren werden. Einige wichtige Beispiele von M2M werden im Folgenden aufgeführt:
- Smart Grids und auch Smart Metering, die für die Energiewende in Deutschland benötigt werden, werden nur auf der Basis von IPv6 flächendeckend eingeführt werden können, da Endgeräte im mehrstelligen Millionenbereich gleichzeitig miteinander kommunizieren können müssen.
- Flexible Sensornetzwerke, die sowohl zur Bewältigung von Krisensituationen als auch im alltäglichen Bereich wie zum Beispiel im Gebäudemanagement für intelligentes Energiemanagement zum Einsatz kommen.
- Fahrzeugkommunikation (Vehicle-to-X Communication), das heißt Kommunikation sowohl zwischen verschiedenen Fahrzeugen als auch zwischen Fahrzeugen und anderen Diensten zur effizienten und sicheren Steuerung des Verkehrsflusses, aber auch zur Bereitstellung anderer Dienste wie Onboard-Entertainment, Informationen zur Fahrzeugwartung etc.
- Ein Großteil der Innovationen im gesamten Health-Care-Bereich, der bei der Überalterung der Gesellschaft immer wichtiger wird, wird nur auf Basis von IPv6 ermöglicht.
- Industrielle Anwendungen im (erweiterten) Flottenmanagement, Kommunikation und Informationsdienste im Bergbau, in der Landwirtschaft oder im Handel, wie zum Beispiel Verkaufssysteme oder Automatenvertrieb.

5. Fragestellungen im Zusammenhang mit der Einführung von IPv6

5.1. Technische Fragestellungen

Wie kann ein Provider die Anbindung seiner Endkunden via IPv6 beziehungsweise via IPv4 und IPv6 realisieren?

Die Internet Service Provider sind in der Regel die Ersten, die mit dem Problem der IPv4-Adressknappheit konfrontiert werden. Viele Provider haben daher bereits vor einigen Jahren mit der Umstellung auf IPv6 begonnen. So wurden die Kernnetze im Rahmen von regulären Austauschprogrammen der Netzwerkelemente „IPv6 ready“. Unabhängig vom Umstellungszeitpunkt sind jedoch verschiedene Maßnahmen in den Netzen der Service Provider notwendig. Im Wesentlichen sind das:

- Kernnetzkomponenten auf IPv6 migrieren
- Umstellung der Verbindungen zu anderen Netzen (IP-Peering und IP-Transit)
- Applikationen und Inhalte-Dienste auf IPv6 migrieren (zum Beispiel DNS, E-Mail, Web-Services)
- Dual-Stack-fähige Anschlüsse für Business-Kunden bereitstellen, Endkunden-Anschlüsse migrieren (Kundenzugangsrouten, dienstspezifische Endgeräte wie zum Beispiel Set-Top-Boxen etc.) beziehungsweise im Falle von Mobilfunknetzen entsprechende mobile Endgeräte zur Verfügung stellen.

Parallel zu den verschiedenen Maßnahmen sind aber auch immer wieder IT-Systeme anzupassen und Mitarbeiter zu schulen.

Die Umstellung der Infrastruktur der Netzwerk-Provider kann somit ressourcenschonend als sequenzieller Prozess ablaufen. Insbesondere die Aufwendungen bei der Umstellung von mehreren Millionen IP-fähigen Endgeräten bei Endkunden der großen deutschen Provider verhindern eine kurzfristige Migration des kompletten Kundenbestands auf IPv6.

Wie kann im Dual-Stack-Betrieb vorübergehend das Problem der fehlenden IPv4 Adressen gelöst werden?

Da in Dual-Stack-Architekturen alle Geräte (Router, Switches, CPE, ...) beide Adressen benötigen, ist

Dual-Stack zunächst keine Entlastung für fehlende IPv4-Adressen. Fehlende IPv4-Adressen können über verschiedene Mechanismen für einen Übergangszeitraum kompensiert werden; dazu werden in der Übergangszeit bis zur vollständigen Umstellung auf IPv6 private IPv4-Adressen als Ersatz für öffentliche Adressen im Access verwendet und an einem zentralen Transition Router auf öffentliche IPv4-Adressen umgesetzt.

Der Schutz der Privatsphäre soll dadurch gewährleistet sein, dass IPv6-Adressen keine Rückschlüsse auf die Hardware des Anwenders zulassen. Ist das so?

Das Endsystem zu erkennen und somit zu adressieren, kann gewünscht sein und somit durchaus auch Bestandteil des Services – (zum Beispiel die Terminierung eines Secure Tunnels) oder aber auch in Konflikt mit dem Schutz der Privatsphäre stehen (Auto-konfiguration eines PCs).

Zu beachten ist: IPv6 bietet die Möglichkeit, einem Gerät quasi automatisch eine eigene IPv6-Adresse zuzuweisen (Stateless Autoconfiguration). Diese setzt sich aus zwei Komponenten zusammen: erstens durch ein Präfix (64 Bit), das durch den Netzwerk-Router, in dem sich das Gerät befindet, vergeben und in regelmäßigen Abständen vom Netzwerkrouter bekanntgegeben wird. Zweitens durch einen gerätespezifischen Teil (Interface Identifier; 64 Bit), der meist aus der Hardware-Adresse des Geräts (MAC-Adresse) nach einem vorgeschriebenen festen Schema gebildet wird. Daraus lassen sich das Gerät identifizierende Merkmale ablesen (Hersteller, Gerätetyp etc.) und das Gerät lässt sich wieder identifizieren, wann immer es diesen Interface-Identifier benutzt.

Um diese Identifikation zu verhindern, gibt es die sogenannten ‚Privacy Extensions‘ zu IPv6, die aus dem vorgegebenen Interface-Identifier mit Hilfe eines Zufallsgenerators einen neuen Interface-Identifier erzeugen, der aber nur für eine begrenzte Zeit benutzt wird. Danach wird über dasselbe Verfahren wieder ein neuer Interface-Identifier erzeugt. Dadurch wird sichergestellt, dass eine dauerhafte Wiedererkennbarkeit der betreffenden Geräte-ID verhindert wird.

Die Unterstützung von Privacy Extensions ist bei den meisten modernen Betriebssystemen vorhan-

den, muss zum Teil aber von Hand aktiviert werden. Darüber hinaus gibt es auch weiterhin die Möglichkeit, die Konfigurationsmodelle (statische Konfiguration, DHCP) aus der IPv4-Welt zu übernehmen.

Sind bei der Umstellung von IPv4 auf IPv6 Probleme zu erwarten?

Durch eine schrittweise Umstellung auf IPv6 sind unter Umständen nicht gleich alle Vorteile von IPv6 nutzbar, da in der Umstellungsphase noch keine durchgängige IPv6-Unterstützung garantiert ist. Abgesehen davon ist es auch denkbar, dass es durch die Inkompatibilität der beiden Protokollversionen in der Übergangsphase zu Problemen in der Erreichbarkeit kommt. Reine IPv6-Clients – also ohne Dual-Stack-Implementierung – können nicht auf IPv4-Inhalte zugreifen und genauso können umgekehrt reine IPv4-Clients keine IPv6-basierten Dienste nutzen.

Über diese Umstände sollte von vorne herein Aufklärung betrieben werden, um zu vermeiden, dass IPv6 mit negativer Performance in Verbindung gebracht wird.

Bietet IPv6 weniger Sicherheit für den Endbenutzer durch die globale Erreichbarkeit und den Wegfall von NAT?

Da während einer zeitlich noch nicht spezifizierbaren Übergangszeit die Erreichbarkeit von IPv4-Inhalten sichergestellt werden muss, müssen Firmen sowie Netzbetreiber sogenannte CGN, Carrier Grade NAT (Network Address Translation) Geräte in ihre Netze einführen. Diese CGN können dazu verwendet werden, die IPv6 Clients mit IPv4-Inhalten zu verbinden (NAT64) oder die Anzahl der verfügbaren IPv4-Adressen mit Adressen aus dem privaten IPv4-Adressraum zu erweitern (NAT44, DS-Lite).

Es ist in der Tat so, dass Network Address Translation (NAT) einen „natürlichen“ Schutz vor eingehenden Verbindungen in die NAT-Domain bietet. Dieser Schutz kann allerdings gleichwertig durch Firewall-Funktionalitäten bei IPv6 bereitgestellt werden. Umgekehrt bietet IPv6 die Möglichkeit der direkten Adressierung, die mit NAT nur unter hohem Aufwand und nur für einen begrenzten Adressbereich möglich ist. Generell ist in einer IPv6-Umgebung ein gleichwertiger Sicherheitsstandard für das Endgerät möglich, wenn dies gewünscht wird.

5.2. Marktwirtschaftliche Fragestellungen

Was bedeutet die Umstellung von IPv4 auf IPv6 für Firmen und Netzbetreiber? Welche Auswirkungen hat IPv6 auf den Wirtschaftsstandort Deutschland?

Risiken bei verlangsamer Einführung (Standortnachteil für Deutschland)

Das Internet steht in Deutschland – als größter Internet-Nation Europas – flächendeckend zur Verfügung und wurde im Jahre 2010 von 75 Prozent der Bevölkerung genutzt, 16 Prozent der Personen verwendeten dazu mobile Geräte⁷. Der Zugang zu stabilen und sicheren Internet-Diensten ist zu einem wichtigen Wachstumsfaktor für Wirtschaft und Gesellschaft geworden. Alle Marktteilnehmer wollen und müssen bei exponentiell steigendem Adressbedarf zum Beispiel durch Elektromobilität und dem Internet der Energie global handlungsfähig bleiben.

Der erste weltweite Feldtest zu IPv6 am 8. Juni 2011 zeigte, dass Deutschland beim Umstieg auf den neuen Standard IPv6 Fahrt aufnehmen muss, um zu den führenden Nationen Japan, China, Australien und den USA aufzuschließen. Alle Akteure in Deutschland müssen sich dringend mit dem Thema IPv6 beschäftigen, damit die reibungslose Integration innovativer zukünftiger Dienste für den Exportweltmeister Deutschland gesichert ist und sich die Wettbewerbsposition für die deutsche Industrie nicht verschlechtert.

Potenziale

IPv6 ist die zentrale Basistechnologie für zuverlässige und sichere Infrastrukturen und ein wesentlicher Beitrag auf dem Wachstumspfad zum Internet der Dinge. Mittelfristig kann der Übergang auf VoIP und der Wegfall von NAT zu einer Kostenreduktion in den Netzen beitragen. Langfristig kann u. a. das IPSec/E2E Sicherheitsmodell helfen, die aktuell steigenden Kosten für „Cybersecurity“ zu kontrollieren. Viele andere Anwendungen und Dienste können heute noch nicht näher hinsichtlich ihrer ökonomischen Auswirkungen spezifiziert werden.

Die neuen IPv6-„Postleitzahlen“ sind genau die Voraussetzung, um innovative Dienste zum Beispiel für das Internet der Energie, IT2Green, Elektromobilität und Telemedizin in Deutschland zu entwickeln und weltweit anzubieten und zu vermarkten. Eine Pionierrolle spielt der Bund – durch die Reservierung von IPv6-Adressblöcken für sich und die Länder und

die Entwicklung einer Strategie für den Umstieg auf IPv6. Damit werden neue Handlungsfelder unter anderem für Informations- und Kommunikationstechnologien für eine leistungsfähige öffentliche Verwaltung eröffnet.

Aufwände

Die Einführung der neuen IPv6-Adressen ist nicht kostenneutral und hängt stark von der Komplexität der umzustellenden Systeme ab. Jeder betroffene Akteur muss sich mit dem neuen Standard vertraut machen und ausgebildet werden. Dies verursacht einen bis zu 90 Prozent hohen Anteil an den gesamten Umstellungskosten. In der Übergangsphase von IPv4 nach IPv6 müssen eventuell beide Standards parallel betrieben und unterstützt werden. Auch dies verursacht Kosten. Bei Neuinvestitionen in Infrastruktur und Endgeräte sollte auf IPv6-Unterstützung geachtet werden. Je länger gewartet wird, desto dringender und teurer wird der Umstieg. Eine klare Strategie für den Umstellungsprozess ist unverzichtbar und hilft, das Potenzial der Kommunikation über das Internet der Zukunft schnell voll auszuschöpfen und die anfallenden Kosten zu amortisieren.

Ist die Vergabe der IPv6-Adressen reguliert?

Wie bei der Vergabe von IPv4-Adressen ist die Internet Assigned Numbers Authority (IANA) für die Verwaltung und Vergabe des IPv6-Adressbereiches verantwortlich. Die IANA delegiert die lokale Vergabe von IP-Adressen an folgende Regional Internet Registries (RIRs):

- ARIN für Nordamerika
- RIPE für Europa
- APNIC für Asien und die Pazifik-Region
- LACNIC für Lateinamerika und die Karibik
- AfriNIC für Afrika.

Für Deutschland ist somit das Réseau IP Européens Network Coordination Centre (RIPE) für die IP-Adressvergabe zuständig.

Im Unterschied zur Vergabe bei IPv4 sind bei IPv6 für Organisationen und Unternehmen auch Provider-unabhängige Adressbereiche möglich. Damit eröffnet sich die Möglichkeit eines unabhängigen Adressierungskonzepts in diesen Organisationen, zum Beispiel auch über mehrere Provider hinweg.

5.3. Gesellschaftliche Fragestellungen

Wie steht es um die Privatsphäre im Internet mit IPv6?

Was Privatsphäre im Internet bedeutet und wie weit sie geht, wird sicher unterschiedlich bewertet und ist nur bedingt von der Version des IP-Protokolls abhängig.

Es gibt zahlreiche von der IP-Adresse unabhängige Merkmale, an denen ein Benutzer im Internet identifiziert werden kann (Cookie, Browser-Speicher, Benutzung von Plug-Ins und Programmversionen, die extern abgefragt werden können etc.). Solange ich nicht einen Anonymisierungsdienst benutze (zum Beispiel TOR, <http://www.torproject.org/>), bin ich nicht anonym, da mein Provider auch meine aktuell benutzte IPv4-Adresse und meine Verbindungsdaten speichert und sieben Tage (so zumindest die Deutsche Telekom) lang vorhält. Diese Informationen muss der Provider herausgeben, wenn straf- oder zivilrechtliche Ermittlungen (zum Beispiel wegen Filesharing) vorliegen.

Wird eine Person eindeutig durch eine IPv6-Adresse identifizierbar sein? Führt das zu einer Gleichstellung von virtueller und realer Existenz einer Person?

Eine IP-Adresse ist auf einer Ebene zu stellen mit einer Telefonnummer. Diese kann sich über längere Zeiträume nicht ändern, aber eine lebenslange Verbindung zwischen Person und IP-Adresse kann es aufgrund der geografischen Zuordnung von Adressen (siehe Vergabe durch die regionalen RIRs) nicht geben. Zudem ist die IP-Adresse im Bestand eines Zugangsnetzbetreibers; eine Portierung im Sinne von Nummernportabilität ist in den heutigen Standards nicht vorgesehen.

IPv6 wird uns aber, anders als IPv4, die Möglichkeit eröffnen, in mehr als einem logischen Netzwerk gleichzeitig zu sein.

6. Handlungsempfehlungen zur Förderung der Einführung von IPv6

Um die in Kapitel 3.2. beschriebene zirkuläre Abhängigkeit zwischen der Bereitstellung durchgängiger IPv6-Unterstützung seitens der Provider und des Angebots von IPv6-basierten Diensten durch die Dienstanbieter aufzubrechen, bedarf es Maßnahmen seitens öffentlicher Institutionen und der privaten Wirtschaft. Um eine zeitnahe flächendeckende Einführung von IPv6 zu erreichen, sollte diese durch einen vielfältigen Maßnahmenkatalog unterstützt werden. Nachfolgend wird eine Liste an Maßnahmen aufgeführt aus den Bereichen:

- öffentliche Fördermaßnahmen
- Maßnahmen seitens der Privatwirtschaft
- öffentlichkeitswirksame Maßnahmen durch beide Seiten aufgeteilt.

6.1. Zielsetzung bei der Einführung

Ziel sollte es sein, bis zum Jahr 2015 eine durchgehende Erreichbarkeit aller Internetdienste über beide Protokollversionen, IPv4 und IPv6, in Deutschland zu erreichen (Dual-Stack-Carrier-Landschaft). Ein reines IPv6-Netz wird wahrscheinlich erst möglich sein, wenn der Anteil an IPv4-Dienstangeboten im Internet größtenteils auf IPv6 umgestellt ist.

Die Übergangsarchitekturen werden voraussichtlich einige Jahre Bestand haben, da in kurzer Zeit nicht alle Komponenten im Netz zu IPv6 migriert werden können. Die Netzbetreiber müssen sich darauf vorbereiten, beide Netze, das IPv4- und das IPv6-Netz, parallel zu betreiben. Auch wenn die Komponenten im Netz beide Protokolle unterstützen, müssen die zwei Netze aus Betriebssicht getrennt betrieben und administriert werden. Dies gilt auch für die Endnutzer, da beide Protokolle in den Endgeräten vorhanden sein werden. Hier wird ein erheblicher Schulungsbedarf entstehen.

6.2. Öffentliche Fördermaßnahmen

Die Bundesregierung sieht in der Einführung von IPv6 einen wesentlichen Beitrag zur Einführung neuer Internet-Technologien in modernen, sicheren

Kommunikationsinfrastrukturen. Dieser Schritt ist von großer Bedeutung für die künftige Entwicklung der weltweiten Informationsnetze insgesamt. Durch das „neue“ Protokoll werden die Handlungsfähigkeit im Internet verbessert, Probleme bei der Adressverwaltung minimiert und der Einsatz neuer Technologien in Next Generation Networks gefördert. Für die Bürgerinnen und Bürger werden neue Anwendungsszenarien – etwa in den Bereichen E-Government und Gesundheitswesen – erschlossen.

Andererseits entstehen durch die Umstellung auf IPv6 auch neue Herausforderungen für die IT-Sicherheit und den Datenschutz, die wir bewältigen müssen, um Nachteile für Unternehmen und private Nutzer zu verhindern.

Die öffentliche Verwaltung hat bereits 2010 einen auf lange Sicht ausreichenden, zusammenhängenden IPv6-Adressraum erhalten. Eine Verwaltungsebenen-übergreifende IPv6-Arbeitsgruppe und das Bundesministerium des Innern (BMI) haben gemeinsam Konzepte zur Struktur des Adressraums und zur organisatorischen Umsetzung sowie technische Empfehlungen zur Einführung von IPv6 in der öffentlichen Verwaltung erarbeitet und die Ergebnisse in einem Referenzhandbuch zusammengefasst. Diese Aktivitäten werden zentral durch das Bundesministerium des Innern koordiniert.

Ebenfalls hat das BMI die Kompetenz für Errichtung und Betrieb des Verbindungsnetzes zwischen informationstechnischen Netzen des Bundes und der Länder sowie für das Projekt Netze des Bundes. Das Verbindungsnetz ist bereits IPv6-fähig (Dual-Stack), im Projekt „Netze des Bundes“ werden die zwei zentralen ressortübergreifenden Regierungsnetze (IVBB und IVBV/BVN) in einer leistungsfähigen, sicheren gemeinsamen Netzinfrastruktur neu aufgestellt und ebenfalls IPv6-enabled. Damit sind die Grundlagen für die Einführung von IPv6 in der öffentlichen Verwaltung geschaffen.

Doch es ist noch einiges mehr zu tun, um IPv6 auch in die Fläche und vor allem bis zum Nutzer zu bringen und als Wirtschaftsstandard zu etablieren. Die Bundesregierung wird deshalb prüfen, welche speziellen Erfordernisse es insbesondere in der Forschungs- und Entwicklungspolitik, bei der öffentlichen Beschaffung,

bei der IT-Sicherheit und beim Datenschutz gibt, um die Verbreitung des neuen Internetstandards in Deutschland voranzutreiben und in einem halben Jahr einen Bericht mit geeigneten Handlungsempfehlungen vorlegen.

6.3. Privatwirtschaftliche Maßnahmen

Bei der Einführung von IPv6 kommen Netzwerkabhängigkeiten zum Tragen („Niemand benutzt IPv6, weil es niemand benutzt“⁹). Das aktuelle Marktumfeld in der Telekommunikationsbranche erfordert eine Fokussierung der Marktteilnehmer auf Kundenbedürfnisse. Notwendige Infrastrukturinvestitionen wie die Änderung des Kommunikationsprotokolls zeigen oftmals keinen individuellen Kundennutzen, sondern können erst durch eine breite Einführung ihr Potenzial voll ausschöpfen.

Daher ist eine konzertierte Aktion von Providern und Diensteanbietern eine mögliche Lösung, um bestehende zirkuläre Abhängigkeiten zu durchbrechen. Als Handlungsempfehlungen werden daher freiwillige Selbstkontrolle sowie Kooperationen von Marktteilnehmern aufgeführt. Hierbei ist es förderlich, wenn diese von Branchenverbänden unterstützt oder gar organisiert werden.

6.3.1. Freiwillige Selbstverpflichtungen

Ziel sollte hierbei eine gemeinsame Selbstverpflichtung von Dienst- und Infrastrukturanbietern sein, bis zu einem bestimmten Zeitpunkt neue Dienste und Internetzugänge ausschließlich IPv6-fähig zu gestalten. Dieser Zeitpunkt könnte dann auch gemeinsam öffentlichkeitswirksam als IPv6 Day, analog zu dem World IPv6 day¹⁰, beworben werden, um Benutzer darauf aufmerksam zu machen.

Um der breiten Masse an Nutzern einen möglichst positiven Erstkontakt mit IPv6 zu ermöglichen, sollten sich Hersteller verpflichten, gewisse Richtlinien bzgl. der Nutzbarkeit einzuhalten, beispielsweise:

- Die Endgerätehersteller sollten sich verpflichten, eine benutzerfreundliche Konfiguration der Kundenrouter und Endgeräte zu ermöglichen. Insbesondere sollten die Aspekte der Privatsphäre (Privacy Extensions) und der Erreichbarkeit von

Diensten (Port Forwarding) einfach konfigurierbar und intuitiv bedienbar sein.

- Die Hersteller von Consumer Electronics sollten sich verpflichten, in allen Geräten IPv6 einzubauen, damit diese auch mit zukünftigen Netzen zusammenarbeiten. Dies sollte durch die Fachpresse auch kritisch geprüft werden.

6.3.2. Kooperationsmodelle von Marktteilnehmern

Kooperationen zwischen Marktteilnehmern können die individuellen Investitionen niedrig halten und die Einführung von IPv6 als Kommunikationsprotokoll fördern. Hierbei muss die Kooperation auf Basis einer freiwilligen, zwischenbetrieblichen Zusammenarbeit und unter Wahrung wirtschaftlicher und rechtlicher Selbständigkeit erfolgen.

Insbesondere folgende Kooperationen versprechen ein großes Potenzial, die Gesamtaufwände der einzelnen Marktteilnehmer gering zu halten beziehungsweise zeitnah von den Investitionen zu profitieren:

- Kooperationen von in Infrastruktur investierenden TK-Unternehmen untereinander (zum Beispiel ISP).
- Kooperation bei der Zusammenschaltung der Netze mittels IPv6 (Peering) – eine Abstimmung des Zeitpunkts ist notwendig, um die Qualität des Routings im IPv6-Umfeld schnell an die Qualität der IPv4-Verbindungen anzugleichen. Im Sinne aller Nutzer ist dies auf nationaler sowie internationaler Ebene gemeinsam voranzutreiben.
- Gemeinsame Formulierung von fehlenden Teilen der IPv6-Implementierung in Infrastruktursystemen zur raschen Umsetzung durch Lieferanten.
- Kooperationen von TK-Unternehmen und reinen Diensteanbietern ohne Infrastruktur (zum Beispiel Betreiber großer Internetdienste), zum Beispiel Abstimmung, dass bei Verträgen für die Lieferung von Inhalten für die jeweiligen Kunden IPv6 als Basis für die Übertragung gewählt wird.

9 Zitat von Prof. Meinel – <http://www.searchnetworking.de/specials/ngn/ipv6/articles/246120/index.html> (letzter Zugriff 6.4.2011)

10 <http://isoc.org/wp/worldipv6day/> (letzter Zugriff 20.9.2011)

- Darüber hinausgehend sind auch Kooperationen zwischen TK-Unternehmen und der öffentlichen Hand denkbar.

6.4. Öffentlichkeitswirksame Darstellung der Möglichkeiten mit IPv6

Über die Grenzen privater und öffentlicher Institutionen hinweg sollte die Einführung von IPv6 durch die Demonstration der neuen Möglichkeiten von IPv6 auf verschiedenen Kanälen erfolgen:

- Öffentlichkeitswirksame Positionierung von IPv6 als Enabler wichtiger Zukunftstechnologien, zum Beispiel Smart Grid, Haus- und Heimvernetzung, zum Beispiel auf dem IT Gipfel oder auf Messen (hier insbesondere auch Konsumenten-Messen).
- Übersicht aller IPv6-Dienste in einem IPv6-Portal (ähnlich dem Cloud-Computing-Portal der BITKOM).

Anhang

Übersicht der Beteiligten an der Sonderthemen­gruppe zur Einführung von IPv6

Name	Firma
Prof. Dr. Christoph Meinel*	Hasso-Plattner-Institut
Dr. Eckhard Speller	Alcatel-Lucent
Bernd Klusmann	BITKOM
Dr. Ulrich Sandl	BMWi
Thomas Knebel	BMWi
Uwe Welter	Cisco
Jens Mühlner	T-Systems International
Uwe Mühlender	Deutsche Telekom
Dr. Christoph Meyer	Ericsson
Dr. Harald Sack	Hasso-Plattner-Institut
Johannes Wust	Hasso-Plattner-Institut
Tacio Santos	Hasso-Plattner-Institut
Ingolf Karls	Intel Mobile Communications
Georg Merdian	Kabel Deutschland
Steffen Müller	Kabel Deutschland
Geriet Wendler	Nokia Siemens Networks
Eric Weltersbach	Telefónica Germany

* Leiter der Sonderthemen­gruppe

Herausgeber

Bundesministerium für Wirtschaft
und Technologie (BMWi)
Öffentlichkeitsarbeit
10115 Berlin
www.bmwi.de



Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie ist mit dem audit berufundfamilie® für seine familienfreundliche Personalpolitik ausgezeichnet worden. Das Zertifikat wird von der berufundfamilie gGmbH, einer Initiative der Gemeinnützigen Hertie-Stiftung, verliehen.

Redaktion

Sonderthemenengruppe „Einführung IPv6“ der AG2
„Digitale Infrastrukturen als Enabler für innovative
Anwendungen“

Stand

November 2011

Gestaltung und Produktion

PRpetuum GmbH, München

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie herausgegeben. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Bundesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.