

	DENICoperations		OPS-2006-304-VM
Erstellt am: 29.11.2006	Verfasser: Volker Messemer	Thema: Protokoll ENUM-Tag 26. September 2006	Seite: 1 von 10

Version	Datum	Erläuterungen	Verfasser
1.0			Volker Messemer

## Protokoll zum ENUM-Tag am 26. September 2006 in Frankfurt am Main

### Tagesordnung:

1. Begrüßung
2. Infrastructure-ENUM – Connecting the VoIP-Islands
3. Public Business ENUM
4. ENUM bei der DENIC: Pläne und Ansatzpunkte für zukünftige Vorhaben
5. ENUM at the RIPE NCC
6. Telephone Numbers in the DNS (ENUM)
7. Marktentwicklung VoIP/ENUM
8. Tutorial: NAPTR-Records - in ENUM und anderswo -

### 1. Begrüßung

#### (Sabine Dolderer, DENIC eG)

Sabine Dolderer begrüßt die Teilnehmer des ENUM-Tages. Sie stellt fest, dass es in dem Raum aufgrund vieler später Anmeldungen etwas eng geworden ist und kündigt Robert Schischka von enum.at an.

### 2. Infrastructure-ENUM – Connecting the VoIP-Islands

#### (Robert Schischka, enum.at)

Robert Schischka, Geschäftsführer der österreichischen ENUM Registry enum.at und Co-Geschäftsführer von nic.at, beginnt seinen Vortrag mit der Feststellung, dass es viele neue Anbieter im Bereich der Telekommunikation gibt, die VoIP anbieten und dass auch klassische Telekommunikationsunternehmen zunehmend auf VoIP-Angebote setzen. Er prognostiziert, dass das Internet Protokoll (IP) die künftigen Telefonnetze bestimmen wird, wobei noch offen ist, ob sich eine offene auf Standards basierende Lösungen oder geschlossene Modelle durchsetzen werden. Letztere werden wegen der Terminierungsentgelte derzeit besonders von großen Carriern bevorzugt. Derzeitiger Standard ist das Signalisierungsprotokoll SS7, welches die Voraussetzung für den Interconnect zwischen geschlossenen Netzen einzelner Carrier ist. Diese Lösung ist allerdings für die Verbindung von IP-basierten Diensten nicht sinnvoll. Hier wäre deshalb ein Interconnect auf der Basis des Internet Protokolls nahe liegend. Die Verbindung der bereits existierenden VoIP-Inseln ohne den Umweg über das PSTN (Public Switched Telephone Network) stellt dabei eine zentrale Herausforderung dar. Für die Verbindung der VoIP-Inseln gibt es bereits proprietäre Lösungen zwischen einzelnen Inseln. Dies verschiebt die grundsätzliche Problematik allerdings nur um eine Ebene nach oben. Als einen möglichen Baustein für die Verbindung von VoIP-Inseln stellt Robert Schischka Infrastructure-ENUM vor, welches enum.at als erste ENUM-Registry weltweit derzeit in einem Trial anbietet.

Robert Schischka erläutert die Unterschiede zwischen User- und Infrastructure-ENUM: Bei User-ENUM registriert der Endbenutzer seine Rufnummer als ENUM-Domain und trägt seine Internet Ressourcen ein. Beim Infrastructure-ENUM registriert dagegen ein Carrier seine Rufnummernblöcke und hat damit die Kontrolle über die Einträge zu diesen Blöcken. Beim User-ENUM sind die Zieladressen frei erreichbar, der Call-Flow umgeht die Carrier. Im Gegensatz dazu bleiben die Carrier beim Infrastructure-ENUM im Call-Flow, wodurch auch Gebührenerfassungen und Abrechnungen möglich werden. Die Carrier behalten die Kontrolle über die Bedingungen der Verbindung. Auch in der Struktur unterscheiden sich User- und Infrastructure-ENUM. So entspricht beim User-ENUM in der Regel eine Rufnummer einer ENUM-Domain, die im DNS entsprechend delegiert wird. Beim Infrastructure-ENUM werden dagegen ganze Rufnummernblöcke eingetragen. In dem österreichischen Infrastructure-ENUM Modell wird dabei auf Delegationen verzichtet, so dass theoretisch auch eine Auflösung ohne DNS-Abhängigkeit möglich ist. Dazu werden lokale Datenbankreplikationen verwendet, welche auch den Carriern zu Verfügung gestellt werden. Dies ermöglicht deterministische Antwortzeiten. Auch portierte Nummern können in der Registry durch den aufnehmenden Betreiber eingetragen werden. Die Validierung ist im Vergleich zum User-ENUM einfacher, da die Carrier nur ihre eigenen Rufnummernblöcke eintragen und pflegen können. Um Wechselwirkungen zwischen User-ENUM und Infrastructure-ENUM zu vermeiden, wird ein eigener Namensraum für Infrastructure-ENUM benötigt. In Österreich wurde für diesen Zweck die Subdomain „i“ unterhalb von „3.4.e164.arpa“ angelegt. Langfristig wird eine „schönere“ Lösung angestrebt, die für die internationale Interoperabilität zuträglicher ist („ie164.arpa“). Die österreichische Registry hat ein Test- und Produktionssystem in Betrieb genommen und stellt ein auf EPP (Extensible Provisioning Protocol) basierendes Client-Toolkit zur Verfügung. Als Software, die Infrastructure-ENUM Lookups unterstützt, stehen Module für OpenSER zur Verfügung, entsprechende Module für Asterisk sind geplant. Zwischen den teilnehmenden Betreibern werden Peeringvereinbarungen festgelegt. Auf diese Art entstehen so genannten Peering Federations, also Gruppen von Betreibern die zu festgelegten technischen und kommerziellen Bedingungen ihren VoIP-Traffic austauschen. Einzelne Betreiber können unterschiedlichen Federations angehören. Bisher nehmen sechs Carrier an dem Trial teil. Unter dem folgenden Link ist die komplette Präsentation von Robert Schischka zu finden: [http://www.denic.de/media/pdf/enum/veranstaltungen/schischka\\_20060926.pdf](http://www.denic.de/media/pdf/enum/veranstaltungen/schischka_20060926.pdf)

### 3. Public Business ENUM

#### (Dirk Rennekamp, T-Systems Enterprise Services GmbH)

In seinem Vortrag führt Dirk Rennekamp den Begriff Public Business ENUM ein. Dabei handelt es sich um User-ENUM, das speziell an die Bedürfnisse von großen und mittelständischen Unternehmen angepasst ist. Für diese Zielgruppe hat T-Systems eine „Enterprise Grade Telephone and ENUM Solution“ entwickelt, die den Arbeitsnamen BENny (Public Business ENUM Router and IP-Media Gateway) trägt und Gegenstand des Vortrags ist.

Nach einer kurzen Definition einiger Begriffe und Abkürzungen aus den Bereichen ENUM und Telekommunikation folgt eine Beschreibung des Prozesses der ENUM-Abfrage im Rahmen eines Gesprächsaufbau, bei dem der ENUM-Resolver eine gewählte Rufnummer in eine Domain umwandelt, seinen DNS-Server nach NAPTR-Einträgen zu der Domain abfragt, eine URI (Uniform Resource Identifier), wie beispielsweise eine SIP-Adresse, als Antwort erhält und dann diese URI für die Verbindungsherstellung verwendet.

Es folgt eine Darstellung der aktuellen Situation; Dirk Rennekamp vertritt die These, dass das PSTN nach wie vor das führende Modell ist und VoIP nahezu ausschließlich innerhalb von geschlossenen Inseln stattfindet. Die Gespräche zwischen den VoIP-Inseln werden bisher in der Regel über das PSTN geroutet und nur innerhalb der Inseln können die Teilnehmer direkt über VoIP miteinander

telefonieren. Die Ursachen dafür sind untereinander inkompatible Adressräume der VoIP-Inseln, Sicherheitsbedenken gegenüber den existierenden VoIP-Protokollen bezüglich der Firewall-Penetration und dem Abhören von Gesprächen sowie die angeblich schlechtere Sprachqualität von VoIP gegenüber dem PSTN. Ein Nachteil der aktuellen Situation besteht in den hohen Verbindungskosten. Außerdem können bestimmte Szenarien wie beispielsweise „Least Cost Routing“ oder „Follow Me Dienste“ unter den gegebenen Bedingungen nicht oder nur sehr aufwendig realisiert werden.

Als Lösungskonzept stellt Dirk Rennekamp den „Public Business ENUM Router and IP-Media Gateway“ (BENny) vor, ein einfaches System zur sicheren IP-Telefonie über die Firewall mit ENUM-Unterstützung, mit dem die VoIP-Inseln verbunden werden können. Das Lösungskonzept basiert auf Open Source bzw. Freeware Software Komponenten, die nur geringe Anforderungen an die verwendete Hardware stellen. Dabei wird die existierende Telekommunikationsanlage mit einem VoIP-Server im Intranet gekoppelt, bei dem sich auch Softphones registrieren können. In der DMZ (Demilitarized Zone) befindet sich ebenfalls ein VoIP-Server der mit dem Server im Intranet über das Protokoll IAX (Inter Asterisk Exchange) kommuniziert. Der Vorteil dieses Protokolls besteht in dessen Eigenschaft, Signalisierung und Sprachkanal zu bündeln, so dass in der Firewall zwischen Intranet und DMZ lediglich ein Port geöffnet werden muss. In der DMZ befindet sich zudem der Nameserver, über den ENUM-Abfragen ins Internet gestellt werden. Wird eine SIP-URI zurückgeliefert so baut der VoIP-Server in der DMZ über eine weitere Firewall eine direkte Verbindung zum Ziel auf, ohne den Umweg über das PSTN nehmen zu müssen. Die eigenen ENUM-Einträge (Naming Authority Pointer Resource Records, NAPTR-RR), die auf dem Nameserver in der DMZ liegen, können mit Hilfe von unterschiedlichen Clients über einen ENUM-Webservice konfiguriert und modifiziert werden. So können vom Intranet aus beispielsweise mit einem Windows Tray Client beim Ein- und Ausschalten des Rechners automatische Profile gesetzt werden, die festlegen, nach welchen Prioritäten ein Mitarbeiter unter welchen Kommunikationsadressen erreicht werden kann und will. Mit Clients für mobile Endgeräte oder über einen Webbrowser können die ENUM-Einträge auch vom Internet aus konfiguriert und Profile für unterschiedliche Situationen (z. B. „unterwegs“) verwaltet werden.

Den Nutzen für Unternehmen verdeutlicht Dirk Rennekamp anhand einer Grafik für einen Standort mit 500 IP-Ports, die das Einsparpotential für Telefonkosten durch Public Business ENUM in Abhängigkeit von der Trefferzahl bei den ENUM-Abfragen für Fest- und Mobilnetz-Nummern darstellt. Hinzu kommt ein Produktivitätsgewinn für die Unternehmen. Die Produktivität der Kommunikation wird unter anderem durch erhöhte Erreichbarkeit, Desktop-Integration, individuelle Weiterleitungsmöglichkeiten sowie Audio- und Videokonferenzen erhöht.

Durch den Einsatz von Public Business ENUM wird sich nach Einschätzung von Dirk Rennekamp einerseits das Geschäft mit ENUM-Domains weniger stark entwickeln als mit Public User ENUM. Andererseits dürfte die kritische Masse für spürbare Einsparungen durch Public Business ENUM schneller erreicht werden. Die Chance besteht darin, dass für Public Business ENUM in Deutschland 300000 Standorte von mittelständischen und großen Unternehmen mit ca. 20 Millionen Nutzern in Frage kommen, von denen 60 % in den nächsten 4-5 Jahren ihre TK-Anlagen ersetzen werden. Wenn die kritische Masse erst überschritten ist, wird ENUM auch für andere Segmente interessant. Insgesamt geht Dirk Rennekamp von einem jährlichen Einsparpotenzial in Deutschland für mittelständische und große Unternehmen von 5-8 Milliarden € aus. Die integrierte Lösung BENny soll voraussichtlich ab Mitte nächsten Jahres angeboten werden.

Unter dem folgenden Link ist die komplette Präsentation von Dirk Rennekamp zu finden:

[http://www.denic.de/media/pdf/enum/veranstaltungen/rennekamp\\_20060926.pdf](http://www.denic.de/media/pdf/enum/veranstaltungen/rennekamp_20060926.pdf)

#### 4. ENUM bei der DENIC: Pläne und Ansatzpunkte für zukünftige Vorhaben (Sabine Dolderer, DENIC eG)

Am Anfang ihres Vortrages gibt Sabine Dolderer eine Übersicht über die unterschiedlichen Varianten von ENUM. Beim Public-ENUM hat der Endanwender die Kontrolle über die hinterlegten Daten und der Datenzugang ist öffentlich. Diese ENUM Variante wird derzeit von der DENIC für den deutschen Rufnummernraum angeboten. Eine weitere Variante ist Private-ENUM, bei dem die Datenkontrolle bei dem Telecom-Provider bzw. Netzbetreiber liegt. Ein Datenzugriff ist nur durch autorisierte Personen möglich. Private-ENUM wird dabei in erster Linie zum Telefonierouting innerhalb von VoIP-Inseln eingesetzt. Die dritte Variante stellt Infrastructure-oder Carrier-ENUM dar, das beispielsweise in Österreich vorangetrieben wird. Auch in diesem Fall hat der Telecom-Provider die Datenkontrolle, der Zugriff auf die Daten ist dagegen öffentlich. Infrastructure-ENUM befindet sich derzeit in einen Standardisierungsprozess, es gibt allerdings noch viele offene Fragen z. B. bezüglich der Peering Policies und Tarifierung.

Nach einer Darstellung der für die Registrierung verfügbaren Rufnummerngassen stellt Sabine Dolderer klar, dass sowohl einzelne Rufnummern als auch Rufnummerblöcke mittels einer entsprechenden Kopfnummer registriert werden können und dass sich dies in den Gebühren bei der DENIC nicht unterscheidet. Im Anschluss daran erläutert sie die unterschiedlichen Rollen bei der ENUM-Registrierung und geht auf den Prozess der Validierung ein. In Deutschland gibt es derzeit zwei Validierungsdienstleister. Sollte es zu einer unberechtigten Delegation einer ENUM-Domain kommen, so kann ein Complaint-Prozess initiiert werden. Bis heute ist es allerdings noch zu keinem Complaint-Prozess gekommen.

Die Denic stellt unterschiedliche Interfaces für die Registrierung von ENUM-Domains zur Verfügung. Über das RRI (Realtime Registry Interface) können ENUM-Domains in Echtzeit über eine gesicherte Verbindung registriert werden. MRI v2 (Mail Registry Interface Version 2) ermöglicht eine Registrierung mit Hilfe von signierten E-Mails. Seit Mitte September besteht zudem die Möglichkeit der Registrierung von ENUM-Domains über eine Webschnittstelle.

Über 50 Mitglieder der DENIC bieten ENUM-Domains an. Die Anzahl der registrierten ENUM Domains unter „9.4.e164.arpa“ wächst langsam aber stetig. Hinter den registrierten Domains verbirgt sich allerdings aufgrund der möglichen Blockregistrierungen eine deutlich größere Anzahl von Endnummern. International ist Public-ENUM mittlerweile in vielen Ländern verfügbar, teilweise als Trial und teilweise im produktiven Betrieb. Besonders die Situation des Country Codes 1 (North American Numbering Plan) gestaltete sich kompliziert, da unter diesem Country Code verschiedene Länder zusammengefasst sind. Dies führte zur Entwicklung alternativer Insellösungen in den USA. Doch nun ist auch in Nordamerika ein Trial geplant, so dass der Weg hin zu standardisierten Verfahren frei ist.

Im weiteren Verlauf präsentiert Sabine Dolderer die Strategien der DENIC bezüglich ENUM. So sollen die Dienstleistungen im Rahmen von Public-ENUM weiterentwickelt werden und im Bereich von Private- und Infrastructure-ENUM Neuentwicklungen gemeinsam mit Partnern stattfinden. ENUM ist dabei ein Enabler für die Zusammenführung unterschiedlicher Welten. Derzeit ist der Treiber für ENUM die Internet-Telefonie. Potentielle Partner für die Weiterentwicklung von ENUM sind Registrare, Serviceprovider, alternative Netzbetreiber, Portale, Distributoren und der Fachhandel sowie Hersteller und Systemintegratoren. Diese setzen ihre Schwerpunkte auf unterschiedliche ENUM-Varianten. Sabine Dolderer stellt die unterschiedlichen Marktteilnehmer im Bereich der Kommunikationstechnologie vor, zu denen der Registrant, die Netzbetreiber, die Internet Service und Peering Provider, die Hersteller und Application Service Provider sowie die Registrare gehören. Sie zeigt auf, in welchen Bereichen welche Lösungen entstehen, wie sich die Zusammenarbeit zwischen den unterschiedlichen Teilnehmern entwickeln wird, wie deren Geschäftsbeziehungen aussehen und sich stufenweise entwickeln können. Zur Zeit sehen die

Geschäftsbeziehungen ziemlich konfus aus, aber es wird mehr und mehr zu integrierten Lösungen kommen, bei denen Produkt-Bundle geschnürt werden.

In den Bereichen Private-ENUM und Infrastructure-ENUM existieren derzeit unterschiedliche Insellösungen von Peering Providern. Als Beispiele werden XConnect, Switch & Data / Versign und die SITA (Société Internationale de Télécommunication Aeronautique) angeführt, die Derivate von Infrastructure-ENUM für geschlossene Gruppen anbieten. Auch in Holland haben sich fünf Kabelnetzbetreiber zusammengeschlossen, deren VoIP-Peering und ENUM Directory Management von XConnect technisch realisiert wird. Die DENIC wird in diesem Umfeld schwerpunktmäßig übergreifende und offene Lösungen anbieten, die sich auf die Verbindung der Inseln konzentrieren. Am Markt gewinnen integrierte Kommunikationsplattformen zunehmend Bedeutung. Insgesamt ist ein Zusammenwachsen der unterschiedlichen Netze wie Festnetz, Mobilfunknetz, Video- und Datennetze zu beobachten, bei dem ENUM eine bedeutende Rolle spielen wird. Im Rahmen dieser Entwicklungen liegt die Kernkompetenz der DENIC im Bereich der Guides und Directories.

Unter dem folgenden Link ist die komplette Präsentation von Sabine Dolderer zu finden:

[http://www.denic.de/media/pdf/enum/veranstaltungen/dolderer\\_20060926.pdf](http://www.denic.de/media/pdf/enum/veranstaltungen/dolderer_20060926.pdf)

## 5. ENUM at the RIPE NCC (Brett Carr, RIPE NCC)

Brett Carr beginnt seinen Vortrag mit einem kurzen Überblick über die Dienste, die RIPE NCC im Zusammenhang mit ENUM anbietet. Das RIPE NCC wurde vom IAB (Internet Architecture Board) mit dem Betrieb der Domain „e164.arpa“ betraut. Zu den Aufgaben von RIPE NCC gehört die Bearbeitung von Anträgen auf die ENUM-Delegation von E.164-Länderkennzahlen, deren Ablauf kurz dargestellt wird und der unter <http://www.ripe.net/enum/instructions.html> nachgelesen werden kann. Nach einer Vorstellung des ENUM-Teams geht Brett Carr auf das DNS-

Auftragsbearbeitungssystem bei RIPE NCC ein, über das Aktualisierungen an Domain-Objekten vorgenommen werden können. Anschließend weist er darauf hin, dass das Formular für die Beantragung der ENUM-Delegation von E.164-Länderkennzahlen im August aktualisiert wurde, was sich vor allem in einem einfacheren Format und in klareren Formulierungen äußert.

Brett Carr gibt einen Überblick über die neuen Delegationen von Länderkennzahlen innerhalb der letzten 12 Monate. Es fanden in diesem Zeitraum 12 neue Delegationen statt, darunter die Delegationen für Italien, Japan, den Nordamerikanischen Nummernplan (NANP), Griechenland, Bulgarien, China und Vietnam. Lediglich gegen die Delegation für den Staat Vatikanstadt gab es einen Einspruch.

Im weiteren Verlauf seines Vortrages präsentiert Brett Carr einige Statistiken, die ENUM-Abfragen im August 2006 zum Gegenstand haben. Einer Statistik über die Anzahl der Abfragen pro „e164.arpa“ Nameserver ist beispielsweise zu entnehmen, dass im August 2006 insgesamt 1893792 Abfragen stattfanden; das sind 42 Abfragen pro Minute. Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass dies aufgrund von DNS Caching Mechanismen nur eine Teilmenge der tatsächlichen Abfragen ist. Ein weiteres Diagramm zeigt die Anzahl der ENUM-Abfragen pro Delegation, wobei nur die Top 10 dargestellt werden. Mit einem Anteil von 8,45 % werden am häufigsten deutsche ENUM-Domains abgefragt. Im Durchschnitt finden pro Minute 0,74 Abfragen von „9.4.e164.arpa“ ENUM-Domains statt, wobei auch dies eine Teilmenge der tatsächlichen Abfragen ist. In einer Statistik über Abfragen von ENUM-Domains aus nicht delegierten Zonen sind Russland und Belgien führend. Anhand einer weiteren Folie gibt Brett Carr einen Überblick über falsche Abfragen, deren Anteil bei 6,6 % liegt. Diese falschen Abfragen sind wahrscheinlich auf fehlerhaft konfiguriertes Equipment zurückzuführen.

Im Anschluss daran stellt Brett Carr Verbesserungen im Bereich von DNS bei RIPE NCC vor. So ist es möglich DNS Delegationen mit Hilfe eines Zone-Delegation-Checkers zu überprüfen, der unter

der URL <http://www.ripe.net/cgi-bin/delcheck/delcheck2.cgi> zu finden ist. Außerdem wird an einer permanenten DNS Qualitätskontrolle gearbeitet. Ein weiterer Fortschritt besteht in der Unterstützung von IPv6 DNS Glue Nameservern. Bisher waren nur IPv4 Glue Nameserver möglich. Anhand eines Beispiels für die japanische Delegation „1.8.e164.arpa“ veranschaulicht Brett Carr, wie IPv6 Glue Nameserver in ENUM-Zonen angegeben werden können.

Seinen Vortrag beendet Brett Carr mit einer kurzen Vorstellung der für ENUM relevanten Arbeitsgruppen bei RIPE NCC. Es handelt sich dabei um die ENUM- und die DNS-Working Group. Brett Carr weist darauf hin, dass vom 2. bis zum 6. Oktober 2006 das nächste RIPE-Meeting in Amsterdam stattfindet.

Unter dem folgenden Link ist die komplette Präsentation von Brett Carr zu finden:

[http://www.denic.de/media/pdf/enum/veranstaltungen/carr\\_20060926.pdf](http://www.denic.de/media/pdf/enum/veranstaltungen/carr_20060926.pdf)

## 6. Telephone Numbers in the DNS (ENUM)

### (Patrick Fältström, Cisco Systems)

Patrick Fältström, der Autor des ENUM-Standards und Vorsitzender der ENUM Working Group der IETF, beginnt seinen Vortrag mit einer Darstellung des Problems, das der Entwicklung von ENUM zugrunde lag: Menschen nutzen unterschiedliche Dienste für die Kommunikation, von denen einige IP-basiert sind und andere auf dem PSTN beruhen, wobei eine Konvergenz in Richtung von IP-basierter Kommunikation zu beobachten ist. Für die Adressierung des Kommunikationspartners benutzen etwa zwei Milliarden Menschen einen Ziffernblock. Mit ENUM wird ein Mechanismus zur Verfügung gestellt, der es erlaubt, die unterschiedlichen Welten miteinander zu verbinden. Eine E.164-Adresse wird verwendet, um die mit ihr verbundenen Kommunikationsdienste zu finden. Dies geschieht durch die Abbildung der E.164-Nummer auf eine ENUM-Domain. Unter der Domain ist eine Liste von URIs hinterlegt, mit denen unterschiedliche Kommunikationsdienste adressiert werden können. Dadurch wird es möglich, dass beispielsweise auf einer Visitenkarte nur noch eine Kontaktadresse angegeben werden muss, hinter der sich viele Kommunikationsadressen verbergen. Patrick Fältström stellt als Use Cases die Kommunikation zwischen zwei IP-Telefonen sowie zwischen einem IP-Telefon und einem Festnetztelefon über ein VoIP/PSTN Gateway vor. In beiden Fällen wählen die Benutzer eine E.164-Nummer, zu der über das DNS die entsprechenden Kontaktinformationen abgefragt werden. E.164 ist ein Standard der ITU-T, der international die Adressierung in Telefonnetzen regelt. Der Standard legt fest, aus welchen Bestandteilen eine Telefonnummer besteht und wie viele Ziffern sie maximal enthalten darf. Die Abbildung einer E.164-Nummer auf eine Domain findet nach genau festgelegten Regeln statt und die Kontaktinformationen werden in NAPTR-RR (Naming Authority Pointer Resource Records) hinterlegt, die es auch ermöglichen, bestimmte Kommunikationsadressen zu priorisieren. Der E.164 Nummernraum wird von der ITU-T verwaltet, die wiederum die Verantwortung für die Verwaltung des Nummernraums unterhalb der Länderkennzahlen an die Mitgliedsstaaten delegiert hat. Die Pflege der „e164.arpa“-Zone ist an das RIPE NCC übertragen (siehe Vortrag von Brett Carr).

Patrick Fältström stellt dann das administrative Modell mit den unterschiedlichen Rollen und deren Beziehungen zueinander vor.

Derzeit finden zunehmend Diskussionen über den Einsatz von Infrastructure-ENUM statt, bei dem ENUM von den Telefonie-Carriern für die Veröffentlichung von Routing-Informationen eingesetzt wird. Damit wollen die Carrier den Fluss der Nachrichten steuern, ohne Informationen über ihre Kunden offen zu legen. Patrick Fältström stellt klar, dass ENUM für die Verwendung durch den Endbenutzer entworfen wurde und dass nicht zwei Instanzen (Endbenutzer und Telefonie-Carrier), gleichzeitig über die Einträge einer Zone verfügen können. Er geht auf die wirtschaftlichen Aspekte von VoIP ein und arbeitet die grundlegenden Unterschiede gegenüber den klassischen Telefonie-Modellen heraus. In den klassischen Modellen (PSTN) verdienen die Telefonie-Carrier an festen

Gebühren und Terminierungsentgelten die auf die Anrufe erhoben werden. Bei VoIP werden dagegen Gebühren für den ein- und ausgehenden IP-Traffic bezahlt. Insofern sind neue Geschäftsmodelle für VoIP im Vergleich zu der Telefonie über das PSTN erforderlich, die nicht auf Terminierungsentgelten basieren.

Im weiteren Verlauf geht Patrick Fältström auf die technischen Aspekte von ENUM ein. Er gibt einen Überblick über die zur Verfügung stehenden ENUM-Dienste, die bisher bei der IANA registriert wurden und weist darauf hin, dass weitere Dienste hinzukommen werden. Anschließend geht er auf die Schwierigkeiten im Zusammenhang mit der Administration der ENUM-Domains sowie auf protokollspezifische Probleme ein. Für eine ENUM-Delegation kann es mehrere Dienstanbieter geben, die diese verwalten wollen. Da nur eine Zone pro ENUM-Delegation existiert, ist eine Verwaltung durch unterschiedliche Dienstanbieter derzeit nicht möglich. Auf der Protokollebene sind Problemen zu erwarten, wenn die maximale Paketgröße von 512 Bytes für Antworten auf eine ENUM-Abfrage überschritten wird. Dazu kann es kommen, wenn zu einer ENUM-Domain viele NAPTR-RR hinterlegt sind oder wenn DNSSEC für die Authentifizierung der Antwort eingesetzt wird. Die Unterstützung des DNS-Erweiterungsmechanismus EDNS0, der auch größere Antwort-Pakete erlaubt, ist daher notwendig. Aufgrund dieser Schwierigkeiten hat Patrick Fältström Ideen und Konzepte für die nächste ENUM Generation entwickelt, mit der die beschriebenen Probleme gelöst werden sollen. Die zentrale Idee ist eine weitere Strukturierung des ENUM-Namensraums, also das Anlegen von Subdomains unterhalb einer ENUM-Domain, sowie die Einführung eines neuen Resource Record Typs, des URI-Records, der als wesentlichen Bestandteil eine URI enthält. Dies ermöglicht es, gezielt bestimmte Dienste abzufragen und verhindert somit, dass zwangsläufig immer alle NAPTR-RR übermittelt werden. Dadurch wird die Größe der zu übermittelnden Pakete reduziert. Wenn beispielsweise nur der SIP-Dienst von Interesse ist, könnte zu der Rufnummer +441632960083 die Domain „\_sip.\_enum.3.8.0.0.6.9.2.3.6.1.4.4.e164.arpa“ abgefragt werden, unter der die zugehörige SIP-Adressen hinterlegt sind. Es ist dabei weiterhin möglich, NAPTR-RR zu verwenden. Das Problem der Verwaltung einer Zone durch unterschiedliche Dienstanbieter könnte mit diesem Verfahren ebenfalls gelöst werden, da entsprechende Subdomains erzeugt werden, für die dann der jeweilige Dienstanbieter zuständig ist. Mit dem vorgestellten Vorschlag ist es möglich, zwischen den Fragen zu unterscheiden, welche Dienste zu einer Domain existieren und welche URI zu einem bestimmten Dienst existieren. Die Kompatibilität mit dem jetzigen System muss allerdings noch eingehender untersucht werden.

Unter dem folgenden Link ist die komplette Präsentation von Patrick Fältström zu finden:

[http://www.denic.de/media/pdf/enum/veranstaltungen/Faeltstroem\\_20060926.pdf](http://www.denic.de/media/pdf/enum/veranstaltungen/Faeltstroem_20060926.pdf)

## 7. Marktentwicklung VoIP/ENUM (Klaus Landefeld, DE-CIX Management GmbH, eco)

Den Vortrag „Marktentwicklung VoIP/ENUM“ beginnt Klaus Landefeld mit der Feststellung, dass VoIP international zu den am schnellsten wachsenden Märkten gehört, was er mit entsprechenden Zahlen belegt. Neue Investitionen werden nur noch in VoIP getätigt, in klassische Anlagen wird weniger investiert. Alle Anbieter, auch die klassischen Telefonie-Carrier, bauen ihre Kernnetze so um, dass als Basis das Internet Protocol verwendet wird. Eine besonders aggressive Strategie bei der Umstellung hat Großbritannien angekündigt, wo das PSTN noch vor 2010 komplett abgeschaltet und durch IP-basierte Netzwerke ersetzt werden soll. Auch im Bereich der Betriebsmodelle sind deutliche Änderungen zu erkennen. So findet zunehmend ein Wechsel von variablen hin zu anschlussbezogenen Kosten statt, was sich in dem Trend zu Flat Fees äußert, der mittlerweile auch den Marktsektor der Mobiltelefonie erreicht hat.

Die derzeitige Situation zeichnet sich dadurch aus, dass ein aggressiver Wandel vom PSTN zu

NGN (Next Generation Networks) stattfindet. Etablierte Anbieter der klassischen Telefonie setzen auf duale Angebote. Die VoIP-Kommunikation findet dabei in der Regel innerhalb von Inseln statt, die über das PSTN miteinander verbunden werden. Sowohl die Regulierung als auch die Praxis sieht zurzeit einen Interconnect nur für die „klassischen“ SDH-Netze, also für den digitalen Austausch mit SS7-Switchen, vor. Ausnahmen gibt es im reinen VoIP-Bereich bei neuen Anbietern, wo der Austausch durch die Koppelung von SIP-Server stattfindet. Bei den etablierten Anbietern gibt es bisher keine Einigkeit darüber, wie ein VoIP-Exchange ausgestaltet werden soll. Derzeit gibt es kein Anrecht auf einen IP-Interconnect. Zu ENUM merkt Klaus Landefeld an, dass es zwar verfügbar ist und funktioniert, dass die Nutzung aus seiner Sicht aber minimal ist. Für die Carrier stellt ENUM eine Herausforderung dar, da die Kontrolle über die Nummer vom Anbieter zum Endkunden wechselt, wobei viele damit verbundene Implikationen noch nicht verstanden werden. Klaus Landefeld geht davon aus, dass die meisten Endkunden die Aufgabe der Kontrolle ihrem Anbieter überlassen werden, da es für sie nur wichtig ist, dass ein Kommunikationsdienst funktioniert.

Als Markteintrittsbarrieren für VoIP unterscheidet Klaus Landefeld Barrieren durch die Regulierung und Barrieren durch das „Establishment“. Zu den Barrieren durch die Regulierung zählt er beispielsweise die Forderung nach bestimmten grundsätzlichen Diensten wie Legal Interception und Notruf. Barrieren durch das „Establishment“ sieht er in dem Fehlen eines IP Voice Interconnects, einer aktuellen Vereinbarung über Rufnummernportierung, die auch den neuen Anbietern gerecht wird, sowie einer vollständigen Entbündelung von DSL- und Telefonanschluss. Auch die durch die Bundesnetzagentur ins Leben gerufene Arbeitsgruppe „IP Network Interconnect“ betrachtet Klaus Landefeld kritisch, da in diese nur Vertreter der „alten“ Welt und keine reinen VoIP-Anbieter berufen worden seien.

Im Rahmen von Gesprächen mit etablierten Anbietern sei deutlich geworden, dass man klar zwischen regulatorischen und technischen Fragen unterscheiden müsse, da es in den entsprechenden Firmen für diese Themen unterschiedliche Ansprechpartner gäbe. Eine wichtige Forderung der Anbieter ist, die Kontrolle über die Telefongespräche zu behalten, wobei sich die Frage stellt, was unter einem Anbieter verstanden wird. Insgesamt müsse das Ergebnis der Expertengruppe der Bundesnetzagentur abgewartet werden.

Als kritische Punkte für einen möglichen VoIP-Exchange identifiziert Klaus Landefeld unter anderem das Erreichen einer relevanten Teilnehmerzahl im Sinne von Netzbetreibern, die Teilnahme von Key-Playern sowie die Unterstützung des Projektes durch die Bundesnetzagentur. Die Positionen zu öffentlichen Verzeichnissen wie ENUM sowie die Fragen zum Thema Abrechnungen (Terminierungsentgelte, Service Rufnummern, ...) müssen geklärt werden.

Im weiteren Verlauf skizziert er mögliche Vorgehensweisen, bei denen der DE-CIX eine Lösung für Voice-Peering zur Verfügung stellt. In einem ersten Schritt sollen Routing Informationen ausgetauscht werden, also Informationen darüber, welche Nummer wo terminiert werden kann. Konzeptionell besteht die Idee darin, ein Autonomes System für VoIP (VoIP-AS) zu schaffen, um einen „policy-basierten“ Informationsaustausch zu ermöglichen. Die Informationen sollen sowohl in Echtzeit abgefragt werden können als auch in der Form von vorkompilierten Datenbäumen den Teilnehmer zur Verfügung gestellt werden. Entscheidungen im Zusammenhang mit dem Routing oder der Sichtbarkeit von Rufnummern in öffentlichen Bäumen sollen auf Policies basieren, so dass unterschiedliche Business-Modelle unterstützt werden. Bei dem DE-CIX beschäftigt sich eine Arbeitsgruppe mit diesen Fragen. Offene Fragen sind dabei unter anderen, inwieweit ein Austauschpunkt für VoIP-Signalisierung, beispielsweise im Sinne von Private-Infrastructure-ENUM, geschaffen werden soll, wie Abrechnungsinformationen generiert werden können, ob auch eine Plattform für den Austausch von Inhaltsdaten geschaffen werden soll und wie in diesem Fall Quality of Service gewährleistet werden kann. Außerdem ist unklar wie das Konzept zu den Ideen der

Arbeitsgruppe der Bundesnetzagentur passt, die vermutlich einen „Federated Walled Garden“ für die Carrier vorschlagen wird.

Unter dem folgenden Link ist die komplette Präsentation von Klaus Landefeld zu finden:

[http://www.denic.de/media/pdf/enum/veranstaltungen/landefeld\\_20060926.pdf](http://www.denic.de/media/pdf/enum/veranstaltungen/landefeld_20060926.pdf)

## 8. Tutorial: NAPTR-Records - in ENUM und anderswo (Peter Koch, DENIC eG)

Peter Koch beginnt seinen Vortrag, indem er erklärt, warum ENUM entwickelt wurde. Eine der Ursachen bestand in dem Wunsch, die unterschiedlichen Kommunikationsdienste an einen Identifier zu binden. In diesem Zusammenhang weist er darauf hin, dass ENUM auch für das Identity-Management mit einer E.164-Nummer als Identifikator eingesetzt werden kann.

Die Überarbeitung des ENUM-Protokolls sieht Peter Koch als ein Zeichen dafür, dass es sich um ein sinnvolles Protokoll handelt, für das sich eine Überarbeitung lohnt. Er weist darauf hin, dass ENUM eine Anwendung des DDDS (Dynamic Delegation Discovery Systems, RFC 3401-3405) ist, in dessen Rahmen auch die NAPTR-RR (RFC 3403) definiert werden.

Peter Koch erklärt, dass aus einer E.164-Nummer ein AUS (Application Unique String) gebildet wird, indem abgesehen von dem führenden Plus-Zeichen alle Zeichen, die keine Ziffern sind, entfernt werden. Aus dem AUS wird eine ENUM-Domain gebildet, indem Punkte zwischen den Ziffern eingefügt, die Reihenfolge umgedreht und der Suffix „e164.arpa“ angehängt wird.

Anschließend wendet sich Peter Koch der Verwendung von NAPTR-RR im Kontext von ENUM zu. Diese erlauben es, von einer Domain auf eine URI zu verweisen. Pro Domain können mehrere NAPTR-RR hinterlegt werden. Sie enthalten die Felder `order`, `preference`, `flags`, `service`, `regexp` und `replacement`. Als Record-Type wird jeweils NAPTR angegeben.

Die Felder `order` und `preference` beinhalten jeweils vorzeichenlose 16-bit Integer-Werte, die für die Reihenfolge der Abarbeitung der NAPTR-RR eine Rolle spielen. Dabei steht `order` für die absolute Reihenfolge der Regeln. Records mit kleineren `order`-Werten müssen vor solchen mit größeren Werten verarbeitet werden. Es handelt sich um eine strikte Vorgabe. Für NAPTR-RR mit gleichen `order`-Werten soll eine Auswahl anhand des `preference`-Wertes stattfinden.

Auch hier gilt, dass kleinere `preference`-Werte eine höhere Priorität bedeuten. Bei dem `preference`-Wert handelt es sich im Gegensatz zu dem `order`-Wert eher um einen Hinweis, dem der Client folgen sollte, aber nicht unbedingt muss. Somit kann bei dem `preference`-Wert letztendlich der Client entscheiden, welchen NAPTR-RR er auswählt. Problematisch ist, dass offensichtlich eine Reihe von Implementierungen die angegebenen `order`- und `preference`-Werte nicht richtig verarbeiten.

Als Flag wird in der Regel bei ENUM ein „u“ angegeben, was darauf hindeutet, dass das Ergebnis der Abfrage eine URI und der Algorithmus somit beendet ist. Ein leerer String im Flag-Feld („“) steht für einen so genannten Non-Terminal-NAPTR. Das bedeutet, es sind weitere Abfragen erforderlich, um eine URI zu erhalten. Leere Flag-Felder werden im normalen ENUM-Betrieb in der Regel derzeit nicht eingesetzt.

Das Feld `service` gibt das Protokoll des Auflösungsdienstes gefolgt von der Spezifikation des ENUM-Dienstes an. Der Auflösungsdienst ist bei ENUM immer E2U (ENUM to URI). Die Spezifikation der ENUM-Dienste wird immer mit einem Plus-Zeichen eingeleitet. ENUM-Dienste müssen per RFC bei der IANA registriert werden. Eine Liste registrierter ENUM-Dienste ist unter dem Link <http://www.iana.org/assignments/enum-services> zu finden. Bei einem Durchlauf der NAPTR-RR für den ENUM-Baum unterhalb von „9.4.e164.arpa“ ist Peter Koch aufgefallen, dass viele ENUM-Dienste angegeben werden, die nicht registriert und damit keine Standards sind. Dabei ist es fraglich, ob diese Einträge funktionieren. Es hängt davon ab, ob die Client-Implementierungen

mit diesen nicht registrierten ENUM-Diensten tolerant umgehen oder nicht. Auch ENUM-Dienste nach der Definition aus dem überholten RFC 2916 sind noch zu finden. Peter Koch empfiehlt den Anbietern, möglichst nur standardisierte ENUM-Dienste zu verwenden oder solche, von denen die Anbieter wissen, dass sie von den Clients verarbeitet werden können.

Das Feld `regexp` gibt an, wie die Eingabe (der „Application Unique String“) mittels eines regulären Ausdrucks auf eine URI abgebildet wird. Dabei wird im einfachsten Fall der gesamten AUS durch eine URI ersetzt. Für Anlageanschlüsse können komplexere reguläre Ausdrücke verwendet werden, um beispielsweise eine Gruppe von Nummern mit nur einem NAPTR auf eine Gruppe von URIs abzubilden. Das Feld `regexp` besteht aus mehreren Teilen, die durch Ankerzeichen getrennt sind. Als Ankerzeichen wird das Ausrufezeichen empfohlen, es können aber auch andere Zeichen verwendet werden. Der erste Teil des Feldes beschreibt ein Matching mit dem AUS. Der zweite Teil gibt an, durch was die Eingabe ersetzt werden soll. Problematisch ist, dass nicht alle Clients reguläre Ausdrücke vollständig implementieren. Besondere Vorsicht ist bei der Verwendung von Sonderzeichen in dem Feld `regexp` geboten, die unter Umständen maskiert werden müssen, damit sie nicht bereits vom Nameserver interpretiert werden.

Das Feld `replacement` besteht bei ENUM immer aus einem Punkt, was bedeutet, dass keine Ersetzung stattfinden soll. Grundsätzlich darf bei NAPTR-RR nur entweder das Feld `regexp` oder das Feld `replacement` Informationen enthalten. Da bei ENUM das Ergebnis der Abfrage eine URI ist, wird immer das Feld `regexp` verwendet.

Zu den technischen Voraussetzungen für ENUM gehört die Unterstützung von NAPTR-Records, was bei modernen DNS-Servern, die RFC 3597 unterstützen, kein Problem darstellt. Eine weitere technische Anforderung an die Implementierungen ist die Fähigkeit, große DNS-Pakete zu verarbeiten, da eine ENUM-Domain viele NAPTR-Records enthalten kann. Somit ist die Unterstützung des DNS-Erweiterungsmechanismus EDNS0 (Extension Mechanisms for DNS, RFC 2671) erforderlich, der Antwortpakete, die größer als 512 Bytes sind, ermöglicht. Um den Endkunden die Komplexität der NAPTR-Records zu ersparen empfiehlt Peter Koch, die Konfiguration beispielsweise über ein Webinterface zu ermöglichen. Bei der Entwicklung eines derartigen Webinterfaces ist das DDDS-Framework und davon insbesondere RFC 3403, in dem NAPTR-Records definiert werden, zu berücksichtigen.

Zum Abschluss seines Vortrages geht Peter Koch auf das DDDS-Framework ein für das ENUM eine mögliche Anwendung ist. Jede DDDS-Anwendung muss bestimmte Parameter spezifizieren. Als erstes ist dabei der bereits erwähnte „Application Unique String“ zu nennen, der bei ENUM der normalisierten E.164-Nummer entspricht. Außerdem ist eine „First Well Known Rule“ erforderlich, die bei ENUM sehr einfach ist, da es sich um die Identitätsregel handelt, bei der die Eingabe gleich der Ausgabe ist (E.164-Nummer). Jede DDDS-Anwendung muss eine „Datenbank“ spezifizieren, die für den Algorithmus benutzt werden kann. Bei ENUM und anderen DDDS-Anwendungen dient derzeit das DNS als „Datenbank“. Es muss ferner festgelegt werden, welche Ausgabe im Rahmen einer DDDS-Anwendung erwartet wird. Bei ENUM ist dies eine URI.

Als Beispiel für eine andere DDDS-Anwendung führt Peter Koch ONS (Object Name Service) an, der von RFID-Systemen verwendet wird. Mittels ONS können die zu einem elektronischen Produktcode gehörigen Produktinformationen über das DNS ermittelt werden. Anhand einer Abbildung erklärt Peter Koch den DDDS-Algorithmus und weist darauf hin, dass ENUM eine verhältnismäßig einfache Anwendung dieses Algorithmus ist.

Eine weitere DDDS-Anwendung ist der S-NAPTR (Straightforward-NAPTR, definiert in RFC 3958), mit dem Informationen zu Diensten für gegebene Domains hinterlegt werden können.

Unter dem folgenden Link ist das komplette Tutorial von Peter Koch zu finden:

[http://www.denic.de/media/pdf/enum/veranstaltungen/koch\\_20060926.pdf](http://www.denic.de/media/pdf/enum/veranstaltungen/koch_20060926.pdf)