

Der Begriff ENUM taucht zuweilen im Zusammenhang mit der SIP-Telefonie auf. Allerdings scheint es sich bei ENUM nicht um eine Technik zu handeln, die man für neuartige Telefonie unbedingt braucht. Moderne Telefonanlagen funk-

tionieren, ohne dass irgendjemand dazu ENUM konfigurieren müsste. Nicht einmal in den vergangenen Jahrgängen des Netzwerk Insider war der Begriff öfter als ein Mal zu finden.

Eigene Versuche der Autoren mit ENUM

haben nun das Verständnis für die Wirkungsweise von ENUM vertieft. Das ist uns Anlass, die Leser des Netzwerk Insider über diese Technik zu informieren und ihren möglichen Nutzen für die moderne Telefonie zu bewerten.

ENUM - Mittler zwischen Tradition und Neuzeit

von Dipl.-Inform. Daniel Meinhold und Dr. Joachim Wetzlar



Heutzutage werden alltäglich genutzte Dienste, sei es die Telefonie, Fax, E-Mail oder Instant Messaging, teilweise IP-basiert über das Internet als auch über das öffentliche Telefonnetz (Public Switched Telephone Network, PSTN) bereitgestellt. Der Trend geht jedoch eindeutig Richtung IP-basierter Netze. British Telecom (BT)

hat mit dem Slogan „21CN - 21st Century Network“ bereits angekündigt, die PSTN-Infrastruktur in Großbritannien bis zum Jahr 2011 durch ein rein IP-basiertes Netz zu ersetzen.

Weltweit verwenden dennoch Milliarden Menschen zur Adressierung des

Gegenübers den herkömmlichen Ziffernblock, womit sich eine direkte Adressierung von Internet-Adressen, wie z.B. sip:info@comconsult.com, denkbar schwierig gestaltet. Die Verknüpfung zwischen Telefonnummer und Internet-Adresse kann hierbei durch ENUM - *tElephone Number Mapping* - erfolgen.

Schwerpunktthema

ENUM - Mittler zwischen TK- und IT-Welt



Dipl.-Inform. Daniel Meinhold hat an der FH Aachen Informatik mit dem Schwerpunkt Kommunikationssysteme studiert und ist heute Consultant bei der ComConsult Beratung und Planung GmbH. Bereits während seines Studiums hat er sich intensiv mit Linux, Virtualisierung und hochverfügbaren Server-Lösungen befasst. Im Competence Center Communications, Collaboration, Mobility ist er vor allem für die Konzeption von Telekommunikationslösungen sowie für die Durchführung von Tests und Messungen verantwortlich.

Dr.-Ing. Joachim Wetzlar seit mehr als 10 Jahren Senior Consultant der ComConsult Beratung und Planung GmbH. Er leitet dort das Competence Center „Trouble-Shooting und Messtechnik“ und ist maßgeblich an seinem Aufbau beteiligt. Er blickt auf einen erheblichen Erfahrungsschatz mit Messgeräten und den Details der Kommunikations-Protokolle zurück. Neben seiner Tätigkeit als Troubleshooter führt Herr Dr. Wetzlar als Projektleiter und Senior Consultant regelmäßig Netz-Redesigns und WLAN-Planungen durch.

Die Kernfrage, welche hinter ENUM steht, lautet: Wie kann ich in einem IP-basierten Netz meinen Kommunikationspartner unter Verwendung seiner Telefonnummer erreichen? Wie dies technisch gelöst wird, welche Hersteller ENUM unterstützen und welches Potential ENUM bietet, soll nachfolgend erläutert werden.

Eine Nummer für alles

Auch wenn ENUM hauptsächlich in einem Atemzug mit Voice over IP (VoIP) genannt wird, ist ENUM nicht auf VoIP beschränkt, sondern ermöglicht, dass unter einer Adresse - der Telefonnummer - beliebige Kontaktdaten hinterlegt sind (Abbildung 1).

Neben den Adressen für Festnetzanschluss, Fax, Handy oder Anrufbeantworter können theoretisch beliebige Informationen hinterlegt werden. Die Internet Assigned Numbers Authority (IANA) verwaltet die offiziell gültigen Einträge für Adresstypen. Unter anderem können folgende Kontaktdaten veröffentlicht werden:

- E-Mail
- Instant Messaging
- Webseite
- SMS / MMS / EMS (Zustellung auch via E-Mail möglich)
- Visitenkarte (vCard)

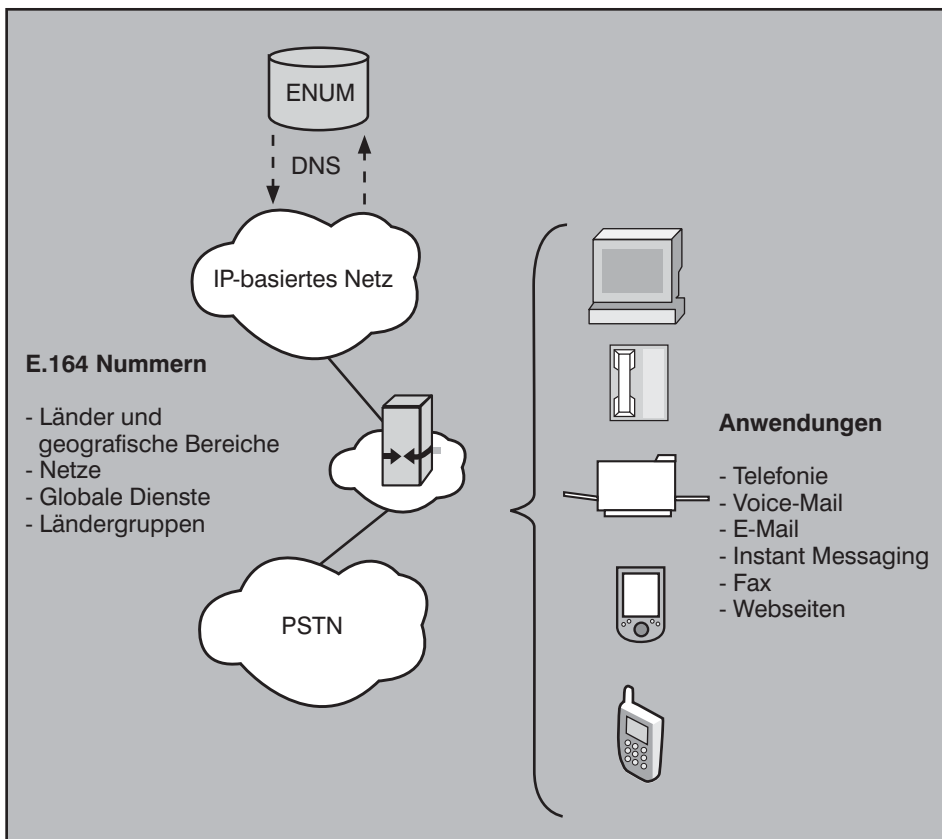


Abbildung 1: Verknüpfung von IP- und PSTN-basierten Anwendungen mit ENUM

ENUM - Mittler zwischen TK- und IT-Welt

Eine vollständige Liste der Adresstypen findet sich unter <http://www.iana.org/assignments/enum-services>. Die Anwendung bzw. das Endgerät entscheidet letztendlich, welchen Dienst es verwendet, d.h. ein Faxgerät nutzt die hinterlegte Faxnummer und nicht etwa die Webseite.

Aber wie und wo werden diese Daten hinterlegt?

E.164 und URI vereint im DNS

Während herkömmliche Telefonnummern von der International Telecommunication Union (ITU), genauer der ITU-T, koordiniert werden, ist im Bereich des Internet die Internet Engineering Task Force (IETF) federführend. Durch die IETF ist beispielsweise definiert, wie eine logische oder physikalische Ressource identifiziert wird. Hierzu ist in RFC2396 der Uniform Resource Identifier (URI) beschrieben. Eine gültige URI ist beispielsweise sip:alice@example.com.

Eine entscheidende Rolle bei der Auswertung der URI nimmt hierbei das Domain Name System (DNS) ein, welches primär Domainnamen zu IP-Adressen auflöst. Das DNS selbst ist hierarchisch in Form eines Baumes organisiert (Abbildung 2), an oberster Stelle steht die Wurzel bzw. Root-Domain in Form eines Punktes („.“). Darunter folgen die Top-Level-Domains (TLDs) in Form der allgemeinen (generic TLDs bzw. gTLDs) und länderspezifischen Domains (country-code TLDs bzw. ccTLDs). Die Domains dieser zweiten Hierarchie-Stufe werden auch als Second Level Domains bezeichnet. Zu den gTLDs gehören beispielsweise com, net und org, während de, be und nl ccTLDs darstellen.

Neue Second Level Domain: e164

Weder gTLD noch ccTLD ist hingegen die Domain arpa. Als Relikt aus Zeiten des ARPANET dient diese Domain mittlerweile als Infrastruktur-Domain und wurde nachträglich mit der Bezeichnung Address and Routing Parameter Area (ARPA) versehen. Neben der Domain in-addr für die Auflösung von IP-Adressen zu Domainnamen (Reverse DNS) ist hier u.a. der neu entstandene Ast für die Auflösung von Telefonnummern zu finden: e164 (Abb. 2).

e164 steht hierbei für die ITU-T Empfehlung E.164, welche den Aufbau des internationalen Rufnummernplans regelt. In der Empfehlung E.164 wird unter anderem die Struktur einer Telefonnummer, die maximale Anzahl an Ziffern und die internationale Vorwahl (z.B. 49 für Deutsch-

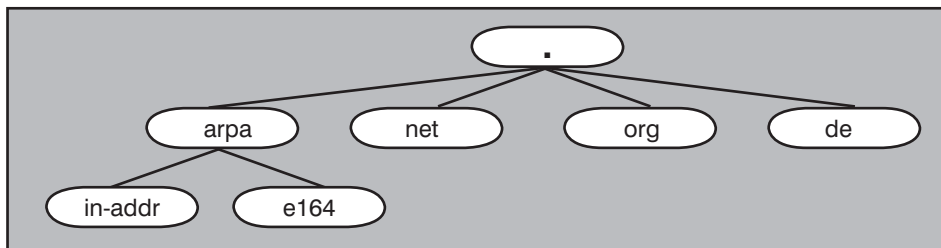


Abbildung 2: Einordnung der e164-Domain im DNS

land) beschrieben. Eine E.164-Nummer im internationalen Format sieht z.B. wie folgt aus: +49 2408 951 0.

Zuständigkeiten bei ENUM

Die Zuständigkeiten und administrativen Aufgaben bei ENUM folgen dabei einem dreistufigen Modell (Abbildung 3). Auf Schicht 1 (Tier 0) der ENUM-Hierarchie steht die „ENUM Root Domain“ e164.arpa, deren technische Verwaltung durch das Internet Architecture Board (IAB) an das Réseau IP Européens Network Coordination Centre (RIPE NCC) übergeben worden ist.

Das RIPE NCC verwaltet die zugehörigen e164.arpa-Nameserver und delegiert in Abstimmung mit IAB und ITU-T die E.164-Landeskennzahlen an weitere Nameserver der zweiten Schicht (Tier 1).

So werden beispielsweise Rufnummern mit der Länderkennung 49 (ebenso wie de-Domains) durch die Registrierungsstelle der DENIC eG¹ verwaltet. Diese betreibt die zuständigen Nameserver (enum{1-3}.denic.

de) für die ENUM-Domain 9.4.e164.arpa und regelt die Verantwortlichkeiten der beteiligten Instanzen.

Auf der dritten Schicht (Tier 2) sind die Mitglieder der DENIC² angegliedert, welche für die Durchführung der Domainaufträge zuständig sind. Diese kooperieren gegebenenfalls mit einem Validierungsanbieter, um zu überprüfen, ob die beantragte Rufnummer dem Kunden zugeordnet ist. Zu den weiteren Aufgaben der Tier-2-Hierarchie gehört die Weiterleitung der Domaininhaber-Daten an die DENIC sowie die Einhaltung und Weitergabe der DENIC-Vertragsvereinbarungen.

ENUM: eine Anwendung des DDDS

Genaugenommen handelt es sich bei ENUM um eine Anwendung, welche auf dem Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) basiert, einem generischen System zur Verknüpfung von Zeichenfolgen zu Datensätzen einer Datenbank (siehe RFCs 3401-3405). Als Datenbank ist derzeit allein das DNS spezifiziert, als Zeichenfolge dient bei ENUM die E.164-Nummer.

Jetzt Leser werden

Der Netzwerk Insider

Der Netzwerk Insider erscheint 12 Mal im Jahr im PDF-Format und informiert Sie per eMail über die Hintergründe aktueller Netzwerk-Technologien. Jeden Monat werden zwei Themen gewählt, über die in ausführlicher Form topaktuelle Insider-Informationen gegeben werden. Der Netzwerk-Insider vertritt die Sichtweise von Technologie-Anwendern und bewertet Produkte und Technologien im Sinne der wirtschaftlichen und erfolgreichen Umsetzbarkeit in der täglichen Praxis. Durch seine strenge wirtschaftliche Unabhängigkeit (keine Hersteller-Anzeigen) kann er es sich leisten, Schwachstellen und Nachteile offen anzusprechen. Der Netzwerk-Insider ist bekannt für seine kritische, herstellerneutrale und fundierte Technologie-Bewertung.



Hier können Sie sich zum Netzwerk Insider kostenlos und ohne jede Verpflichtung registrieren lassen:

<http://www.comconsult-akademie.de/de/Registrierung.php>

¹<http://www.denic.de>
²<http://www.denic.de/de/enum/mitgliederliste-enum/enum.jsp>

ENUM - Mittler zwischen TK- und IT-Welt

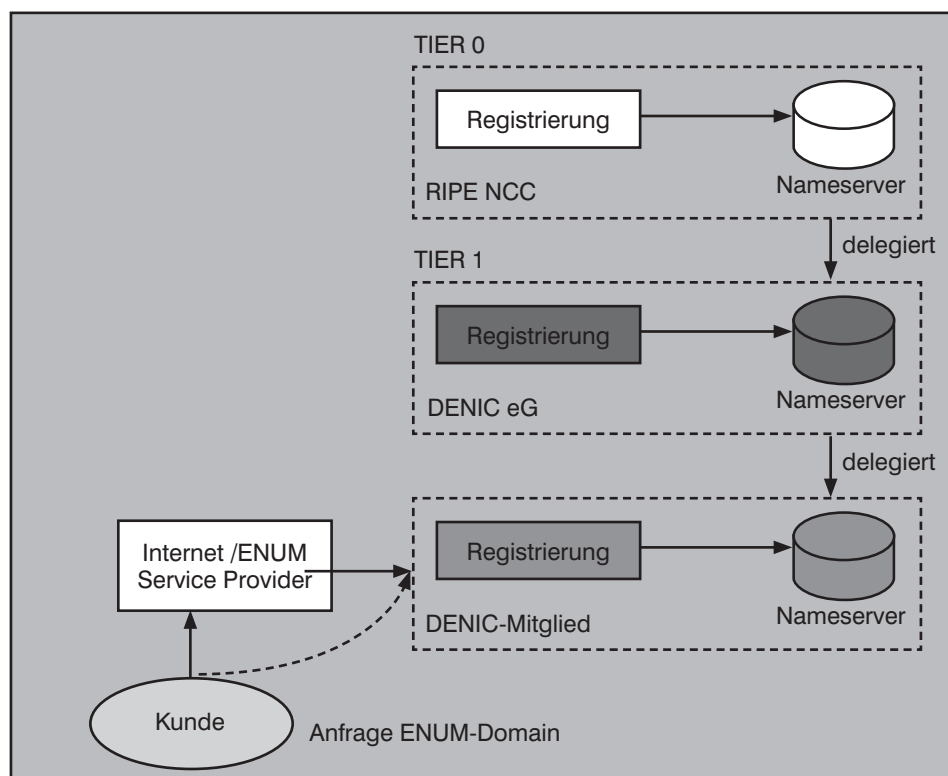


Abbildung 3: ENUM-Schichtenmodell am Beispiel der E.164 Länderkennung 49

ENUM agiert entsprechend als Vermittler zwischen dem PSTN und IP-basierten Netzen, indem es eine E.164-Nummer entgegennimmt und eine URI zurückgibt. Diese Abbildung einer E.164-Nummer auf eine URI wird auch als ENUM-Mapping bezeichnet.

ENUM-Varianten: User ENUM vs. Infrastructure ENUM

ENUM ist jedoch nicht gleich ENUM. Prinzipiell wird hierbei unterschieden zwischen User ENUM (U-ENUM) und Infrastructure ENUM (I-ENUM). Während bei User ENUM der jeweilige Benutzer die Kontrolle über seine Rufnummer behält, obliegt diese bei Infrastructure ENUM dem Carrier. Weitere Unterschiede sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Die letzte Tabellenzeile benennt den wesentlichen Vorteil, den ein Endanwender, und das kann auch ein Unternehmen sein, aus der Nutzung von U-ENUM

zieht. Das lokale VoIP-Gateway kann anhand der ENUM-Abfrage erkennen, ob der Anruf über den lokalen Carrier (i.A. kostenpflichtig) erfolgen muss oder ob es eine Möglichkeit gibt, den Gesprächspartner über das Internet direkt zu erreichen. Wenn ComConsult beispielsweise seine Telefonnummern per U-ENUM registriert hat, könnte Ihr Gateway das Gespräch unmittelbar über die Adresse sip:info@comconsult.com aufbauen, anstatt es mit Hilfe der Telefonnummer +4924089510 durch Ihren lokalen Carrier vermitteln zu lassen.

I-ENUM wird dagegen durch den Carrier selbst verwendet, um damit den Gesprächsfluss optimieren zu können.

Zusätzlich wird unterschieden, ob die ENUM-Einträge der Kontrolle von ITU-T und IETF unterliegen und im Rahmen einer öffentlichen Domain jedermann zur Verfügung stehen oder alternativ durch nicht-öffentliche Einrichtungen und damit

User ENUM	Infrastructure ENUM
Benutzer registriert Rufnummer	Carrier registriert Rufnummer bzw. Blöcke
Benutzer pflegt ENUM-Einträge	Carrier pflegt ENUM-Einträge
ENUM ggfs. nicht transparent für Benutzer	ENUM für Benutzer transparent
Gesprächsfluss umgeht ggfs. Carrier	Carrier kontrolliert Gesprächsfluss

Tabelle 1: Unterschiede zwischen User ENUM und Infrastructure ENUM

innerhalb einer privaten DNS Domain gepflegt werden. Dies kann z.B. innerhalb eines Unternehmens geschehen oder zwischen verschiedenen Carriern. Private I-ENUM wird häufig auch als Operator, Carrier oder Enterprise ENUM bezeichnet.

Alternativen zu e164.arpa: e164.org & Co.

Neben der öffentlichen (Public) U-ENUM-Domain e164.arpa existieren also weitere, privat betriebene, ENUM-Domains (siehe auch Abbildung 4). Da es sich bei den ENUM-Einträgen um einfache DNS-Einträge handelt, können diese prinzipiell innerhalb einer beliebigen Domain genutzt werden. Der ENUM-Client, z.B. das Endgerät oder Media Gateway, muss zur Nutzung dieser alternativen Domains jedoch weitere ENUM-Domains (abgesehen von e164.arpa) unterstützen.

Für die Open-Source-Telefonanlage Asterisk erfolgt die Konfiguration der ENUM-Domains über die Datei enum.conf:

```
[general]
search => e164.arpa
search => e164.org
```

Bei Cisco wird dies mit Hilfe von Ersetzungstabellen gelöst:

```
voice enum-match-table 1
rule 1 10 /(.*)/ /\1/ e164.arpa
rule 2 20 /(.*)/ /\1/ e164.org
dial-peer voice 100 voip
session target enum:1
```

Die bekannteste alternative ENUM-Domain wird unter e164.org betrieben. Das Eintragen und Verwalten der Rufnummer ist hierbei kostenlos. Die Validierung erfolgt über einen automatisierten Rückruf, in welchem eine PIN übermittelt wird. Diese wird anschließend über die Webseite <http://www.e164.org> eingetragen und die Aktivierung der Rufnummer ist damit abgeschlossen.

Diese alternativen ENUM-Domains unterliegen jedoch weder einer Regulierung, noch ist der stabile Betrieb und eine zukünftige Weiterentwicklung gewährleistet. Daher eignen sich diese Systeme primär für Testzwecke.

Wie funktioniert eine ENUM-Abfrage?

Grundlage jeder ENUM-Abfrage ist eine

ENUM - Mittler zwischen TK- und IT-Welt

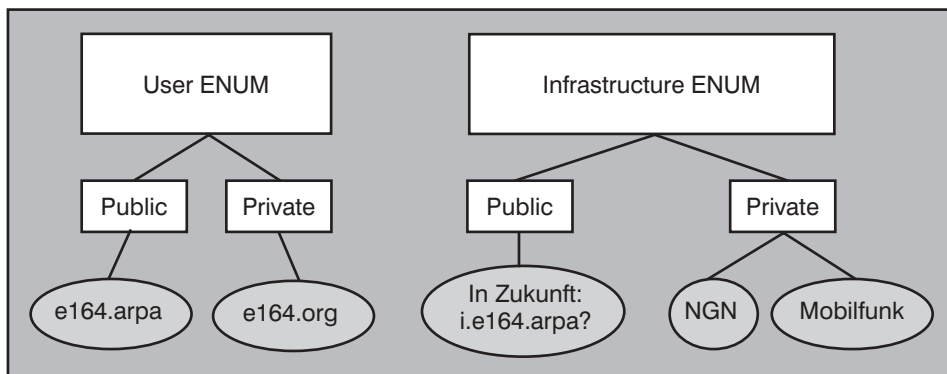


Abbildung 4: ENUM-Varianten: User ENUM bzw. Infrastructure ENUM

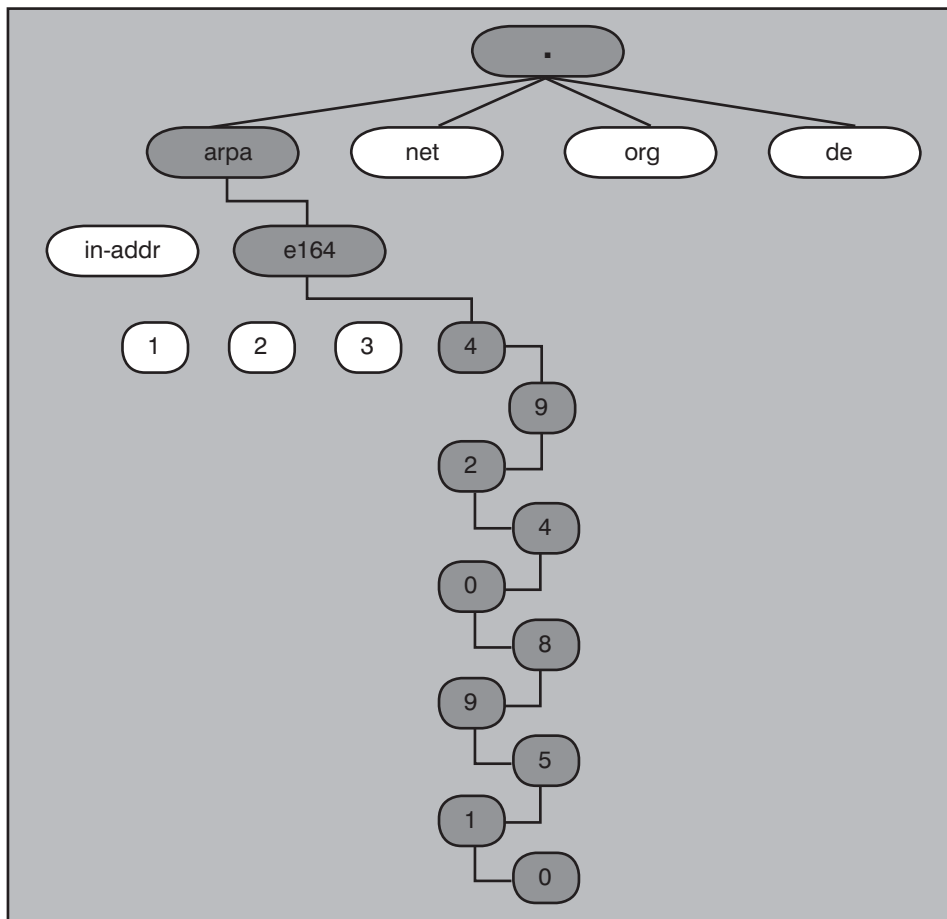


Abbildung 5: E.164 Nummern im DNS-Baum

Telefonnummer im E.164-Format. Eine typische Rufnummer aus dem geografischen Bereich besteht demnach aus einem Pluszeichen als Präfix für eine internationale Nummer, gefolgt vom Ländercode, der Ortsvorwahl und der eigentlichen Teilnehmernummer. Die gebräuchliche Nummer 02408-9510 wird damit zu +4924089510 im gültigen internationalen Format E.164.

Nachdem die Rufnummer im E.164-Format vorliegt, erfolgt der eigentliche ENUM-Mechanismus. Exemplarisch soll dieser

Vorgang für die Rufnummer +4924089510 durchlaufen werden:

1. Entfernen aller Zeichen, die keine Ziffer darstellen. In diesem Schritt wird einfach das „+“ entfernt.
Ergebnis: 4924089510
2. Zwischen jede Ziffer wird ein Punkt eingefügt.
Ergebnis: 4.9.2.4.0.8.9.5.1.0
3. Die Reihenfolge der Ziffern wird umgedreht. Höherwertige Stellen stehen im DNS weiter rechts.

Ergebnis: 0.1.5.9.8.0.4.2.9.4

4. Die Zeichenfolge „e164.arpa“ wird am Ende der Zeichenkette angefügt.
Ergebnis: 0.1.5.9.8.0.4.2.9.4.e164.arpa

Durch das Invertieren der Rufnummer ist eine einfache Delegation basierend auf geografischen Merkmalen möglich (wie bei herkömmlichen Länder-Domains auch, z.B. de). Deutsche Rufnummern (beginnend mit 49) werden von der DENIC betreut und sind entsprechend im DNS-Baum 9.4.e164.arpa zu finden.

**DNS NAPTR und Prioritäten:
SIP vor PSTN**

Nachdem die E.164-Nummer entsprechend umgewandelt ist, durchsucht der ENUM-Client (z.B. ein Gateway) die Domain 0.1.5.9.8.0.4.2.9.4.e164.arpa nach DNS Naming Authority Pointer Resource Records (NAPTR RR). Diese NAPTR-Einträge enthalten Regeln für die Umschreibung und Auflösung der Anfrage, welche schließlich die Ziel-URI ergeben.

Eine mögliche Antwort des DNS-Servers könnte wie Abbildung 6 aussehen.

In diesem Fall werden vier NAPTR-Einträge zurückgeliefert. Dabei ist ein NAPTR-Eintrag wie in Abbildung 7 aufgebaut.

Nach der Spalte „Class“ für die obligatorische Klasse IN für Internet folgt der Typ („Type“) des Resource Records (hier: NAPTR) und die Reihenfolge („Order“) der Einträge. Werte mit niedrigeren Werten müssen bevorzugt behandelt werden.

Für das obige Beispiel gilt daher die Reihenfolge:

1. SIP (10)
2. PSTN (20)
3. E-Mail (30)
4. Web (40).

Sofern dieser Wert bei mindestens zwei NAPTR-Einträgen identisch ist, wird auch die nächste Spalte („Preference“) ausgewertet. Diese gibt die Präferenz der Einträge an, wobei auch hier Einträge mit niedrigeren Werten Vorrang haben.

In der Spalte „Flags“ ist definiert, von welchem Typ das Ergebnis dieser NAPTR-Antwort ist. Derzeit sind hierfür vier gültige Einträge festgelegt:

- „S“: Das Ergebnis ist ein Resource Record vom Typ SRV
- „A“: Das Ergebnis ist ein Resource Record vom Typ A, AAAA oder A6
- „U“: Das Ergebnis ist eine URI

ENUM - Mittler zwischen TK- und IT-Welt

```
IN NAPTR 10 10 „u“ „E2U+sip“ „!^.*$!sip:info@comconsult.com!“
IN NAPTR 20 10 „u“ „E2U+voice:tel“ „!^.*$!tel:+4924089510!“
IN NAPTR 30 10 „u“ „E2U+email:mailto“ „!^.*$!mailto:info@comconsult.com!“
IN NAPTR 40 10 „u“ „E2U+web:http“ „!^.*$!http://www.comconsult.com!“
```

Abbildung 6: Antwort DNS-Server

Class	Type	Order	Preference	Flags	Service	Regexp	Replacement
-------	------	-------	------------	-------	---------	--------	-------------

Abbildung 7: NAPTR-Einträge

- „P“: Protokoll-spezifisches Verhalten

Für ENUM-Einträge, welche eine E.164-Nummer in eine URI transformieren, ist daher das Flag „U“ bindend.

Im Feld „Service“ wird der Auflösungsmechanismus gefolgt vom bereitgestellten Dienst und Protokoll angegeben. „E2U+web:http“ bedeutet „E.164 to URI“ und bei der URI handelt es sich um eine Webseite“.

Reguläre Ausdrücke im DNS ergeben die Ziel-URI

Das abschließende Ergebnis, die Ziel-URI, wird anhand eines so genannten Regulären Ausdruckes im Feld „Regexp“ ausgewertet (Reguläre Ausdrücke kennen Sie wahrscheinlich bereits aus der UNIX-Welt). Für den obigen SIP-Eintrag lautet dieser Reguläre Ausdruck „!^.*\$“ durch „sip:info@comconsult.com“ ersetzt wird. Für das Einrichten der NAPTR-Einträge gilt, dass wie im DNS üblich, nicht zwischen Groß- und Kleinschreibung unterschieden wird - mit Ausnahme des Feldes „Regexp“.

Auch Anlagenanschlüsse lassen sich auf diesem Wege realisieren, indem im DNS ein so genannter Wildcard-Eintrag für eine Rufnummernergasse eingetragen wird. Ein einziger Regulärer Ausdruck genügt anschließend, um alle Rufnummern der Form +49 2408 951-1XX auf eine entsprechende SIP-URI im Format 1XX@comconsult.com abzubilden.

Ein solcher regulärer Ausdruck für die Wildcard-Domain *.1.1.5.9.8.0.4.2.9.4.e164.arpa würde dann wie folgt aussehen:

```
„!^+492408951(1[0-9][0-9])$!sip:\1@comconsult.com!“
```

Der Ausdruck zwischen den runden Klammern beschreibt die Rufnummern im Format 1XX und wird anschließend durch „\1“ referenziert, so dass eine Anfrage nach

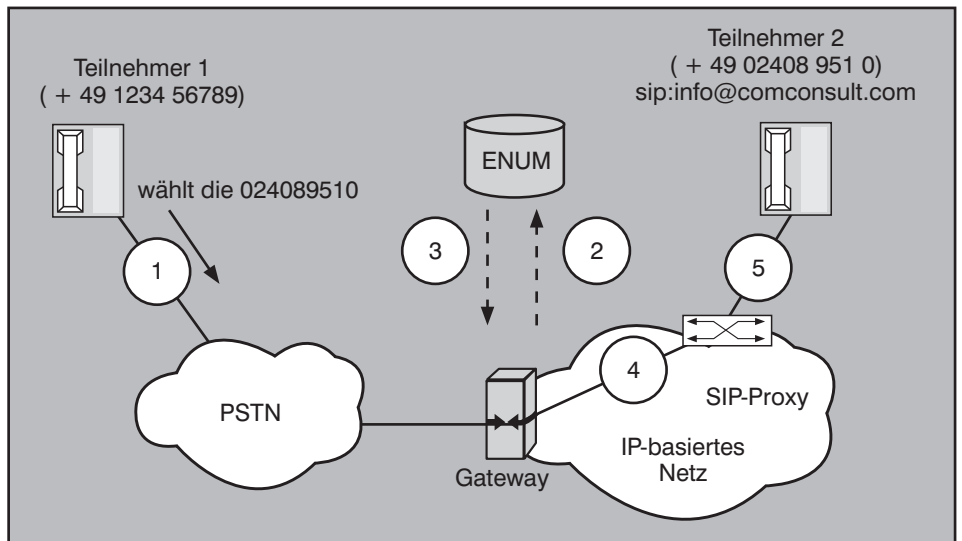


Abbildung 8: Verknüpfung von PSTN und IP-basiertem Netz anhand einer Rufnummer

+492408951100 die URI 100@comconsult.com ergibt.

Das letzte Feld („Replacement“) ist in der Regel leer, da das Flag „U“ gesetzt ist und es sich damit um eine abschließende Antwort handelt, dessen Inhalt die gewünschte URI ist. Andernfalls müsste das Flag-Feld leer bleiben und im Replacement-Feld der vollständige Domainname (Fully Qualified Domain Name, FQDN) enthalten sein, der im Rahmen der nächsten DNS-Abfrage durchsucht wird.

In der Folge zeigen wir anhand einiger Szenarien, wie die Auflösung von Telefonnummern mittels ENUM praktisch genutzt werden kann.

Szenario 1: Anruf PSTN → IP

Abbildung 8 zeigt ein Szenario, in dem Teilnehmer 1 aus dem PSTN einen Teil-

einfacht folgende Schritte nötig:

Schritt 1: Teilnehmer 1 wählt die Rufnummer 024089510. Diese wird von der zuständigen Telefonanlage in ein gültiges Format umgewandelt und das Gespräch anschließend über das PSTN bis hin zum Gateway signalisiert.

Schritt 2: Das Gateway führt mit den oben erläuterten Schritten eine ENUM-Abfrage nach 0.1.5.9.8.0.4.2.9.4.e164.arpa durch.

Schritt 3: Als Ergebnis erhält das Gateway die SIP-URI sip:info@comconsult.com

Schritt 4: Anhand der SIP-URI wird der zuständige SIP-Proxy ermittelt. Auch hier ist eine Abfrage des DNS erforderlich. In Folge wird das Gespräch dem SIP-Proxy signalisiert.

Schritt 5: Der SIP-Proxy wiederum ermittelt die IP-Adresse des Teilnehmers 2 und signalisiert diesem schließlich das Gespräch. Bei Teilnehmer 2 klingelt das Telefon und das Gespräch wurde erfolgreich vermittelt.

ENUM - Mittler zwischen TK- und IT-Welt

Szenario 2: Anruf IP → PSTN

In Abbildung 7 ist der umgekehrte Weg dargestellt: Ein Gespräch zwischen Teilnehmer 2 aus dem IP-basierten Netz hin zu Teilnehmer 1 im PSTN.

Dabei werden folgende Schritte durchlaufen:

Schritt 1: Im ersten Schritt wählt der Teilnehmer 2 die Nummer 01234 56789 und der Gesprächsaufbau wird dem SIP-Proxy signalisiert.

Schritt 2: Der SIP-Proxy führt eine ENUM-Abfrage nach 9.8.7.6.5.4.3.2.1.9.4.e164.arpa durch.

Schritt 3: Als Antwort erhält der SIP-Proxy die URI „tel:+49123456789“.

Schritt 4: Der SIP-Proxy ermittelt das zuständige Gateway und signalisiert den Anruf.

Schritt 5: Das Gateway wiederum vermittelt den Anruf an das PSTN, bis der Anruf schließlich bei Teilnehmer 1 angekommen ist. (siehe Abbildung 9)

Telefonie funktioniert doch auch so - wofür ENUM?

ENUM ermöglicht die weitere Zusammenführung von PSTN- und IP-basierten Diensten in Richtung eines vollständig IP-basierten Netzes. Daraus ergeben sich unter anderem die folgenden Möglichkeiten:

- ENUM als Peering-Plattform: Insbesondere Provider aus den Bereichen Mobilfunk und Next Generation Network (NGN) profitieren heute bereits von ENUM, wobei hier überwiegend Private Infrastructure ENUM (vgl. Abbildung 4) eingesetzt wird; die Provider vermitteln Gespräche untereinander nicht länger über das PSTN, sondern auf direktem Wege via IP.

Neben der Kostenersparnis durch wegfallende Terminierungsentgelte ergeben sich weitere Vorteile: So kann die Sprachqualität weiter verbessert werden, da keine erneute Umwandlung des Sprachcodecs erforderlich ist und damit auch die Latenz verringert wird. Zusätzlich können neue Funktionen und Dienste angeboten werden, wie z.B. Wideband-Codecs, Videotelefonie und Präsenzdienste, die bisher über das PSTN nicht oder nur eingeschränkt möglich sind.

Doch auch für Unternehmen ist diese Variante interessant. So lassen sich weltweit alle Unternehmensstandorte zentral im DNS verwalten

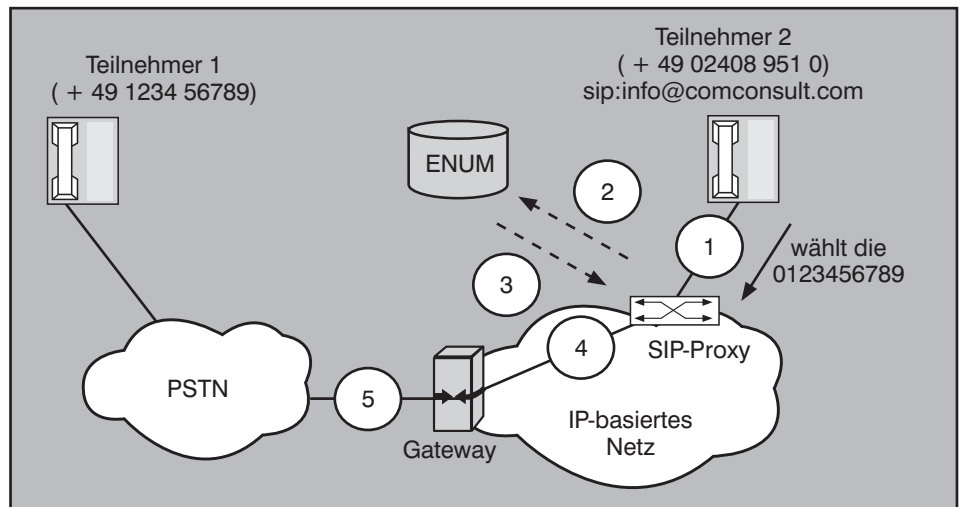


Abbildung 9: IP-zu-PSTN Verbindung

- Erweiterte „One Number Services“: Durch die Adressierung nahezu beliebiger Dienste anhand einer Telefonnummer beschränkt sich das One-Number-Konzept nicht länger nur auf Festnetz- oder Mobilfunknummern. Zusätzlich können Videokonferenzsystem, Fax, E-Mail und Webseite unter einer Nummer erreicht und entsprechende Übergänge zwischen den Diensten realisiert werden, z.B. das Versenden von SMS oder Fax an die hinterlegte E-Mail-Adresse.

Mittels entsprechender Software kann der Benutzer selber entscheiden, auf welchem Weg er bevorzugt kontaktiert werden möchte: ob via Handy, Festnetztelefon oder Softphone auf dem Notebook. Dabei ist der Benutzer auf allen Endgeräten über eine Nummer erreichbar. In diesem Bereich fehlt es allerdings noch an entsprechenden Applikationen.

Welche Hersteller bieten ENUM-fähige Produkte?

ENUM wird bereits von vielen Produkten wie Media Gateways, Softswitchen, Session Border Controllern (SBC) und Endgeräten unterstützt.

Neben den Open Source Projekten, wie z.B. der Telefonanlage Asterisk oder dem SIP-Server SER (SIP Express Router) unterstützen bekannte Hersteller wie ACME Packets, Avaya, Cisco, Siemens, Nortel, Innovaphone, Snom oder Tandberg den ENUM-Standard in ihren Produkten.

Jedoch liefern nicht alle Hersteller genaue Angaben, nach welchem RFC die ENUM-Unterstützung implementiert wurde. Je nachdem, ob das als technisch über-

holt gekennzeichnete RFC2916 zum Einsatz kommt oder das aktuelle RFC3761, unterscheidet sich die Syntax der DNS-Einträge. Während nach RFC2916 der Dienst in Form von „example+E2U“ eingetragen wurde, lautet die aktuelle Syntax „E2U+example“.

ENUM-Domains registrieren: Wie geht das?

Wie bereits oben erläutert, erfolgt die Registrierung von (User) ENUM-Domains in Deutschland durch die DENIC eG und deren Mitglieder (Abbildung 3). Unternehmen, die eine ENUM-Domain registrieren wollen, wenden sich in der Regel an den zuständigen IT-Dienstleister bzw. Internet Service Provider (ISP). Sofern dieser kein direktes Mitglied der DENIC ist, wird die Registrierungsanfrage durch diesen an ein entsprechendes DENIC-Mitglied weitergereicht. Alternativ kann man sich auch direkt an ein DENIC-Mitglied wenden, welches bereits ENUM-Domains registriert. Eine Liste der Mitglieder, die ENUM-Domains anbieten, findet sich unter <http://www.denic.de/de/enum/registrierung/enum-liste/index.jsp>.

ENUM-Domains registrieren: Welche Rufnummern?

Als ENUM-Domains dürfen nur Rufnummern registriert werden, die eine Entsprechung im deutschen Rufnummernplan besitzen. Welche das sind, ist Tabelle 2 zu entnehmen.

Dabei muss sichergestellt werden, dass der Kunde auch der Nutzungsberechtigte der jeweiligen Rufnummer ist. Dies wird durch eine entsprechende Validierung sichergestellt, z.B. manuell durch Vorlage einer Auftragsbestätigung des Telefonanbieters oder automatisiert durch ein Rück-

ENUM - Mittler zwischen TK- und IT-Welt

rufsystem. Diese Validierung ist jährlich zu wiederholen. In Beschwerdefällen kann ein so genanntes COMPLIANT-Verfahren angestrengt werden, in welchem die Nutzungsberechtigung der beteiligten Parteien überprüft und ggfs. neu ausgehandelt wird. Weitere Infos und vertragliche Regelungen finden sich in den ENUM-Domainrichtlinien.

ENUM-Domains registrieren: Was kostet es?

Die Preise für die Registrierung einer ENUM-Domain liegen je nach Anbieter bei wenigen Euro pro Jahr und damit in einem vergleichbaren Preisrahmen wie de-Domains. Es gibt sogar Anbieter, bei denen man kostenlos einzelne Rufnummern registrieren lassen kann. Die Kosten für die Registrierung einer ENUM-Domain sind also in der Regel zu vernachlässigen. Derzeit (Stand: März 2008) liegt die Zahl der registrierten ENUM-Domains bei ca. 7500 (Tabelle 3), wobei die Anzahl der tatsächlich hinterlegten Teilnehmerrufnummern deutlich höher ausfällt. Laut <http://crawler.enum.at> sind allein bei den deutschen Länderkennzahlen ca. 16500 Einträge vorhanden (Abbildung 10).

Fazit

Die Abbildung von Telefonnummern auf Internet-Adressen mittels ENUM ist die konsequente Weiterentwicklung hin zu einem rein IP-basierten Netz. Die Varianten von ENUM – User ENUM (U-ENUM) bzw. Infrastructure ENUM (I-ENUM) kommen dabei in unterschiedlichen Szenarien zum Einsatz, wobei U- und I-ENUM sich nicht ausschließen.

I-ENUM ist bereits jetzt bei Carriern im Einsatz und dient dort als Peering-Plattform, um Gespräche IP-basiert zu vermitteln. Einzelne VoIP-Inseln, die trotz IP-Anbindung via PSTN verbunden sind, gehören damit der Vergangenheit an. Neben Kosteneinsparungen durch den Wegfall von Interconnection-Gebühren im PSTN ergeben sich weitere Vorteile für den Carrier. So können die Investitionen in die PSTN-Technik verringert werden und moderne Kommunikationsdienste wie SMS/MMS, E-Mail, Präsenzdienste / Instant Messaging und Videotelefonie auf Basis eines IP-basierten konvergenten Netzes angeboten werden.

Auch im Bereich Mobilfunk hat ENUM Einzug gehalten. So hat die weltweite Vereinigung der GSM Mobilfunkanbieter „GSM Association“ (GSMA) auf dem Mobile World Congress 2008 in Barcelona verkündet, den Pilotbetrieb für die Ruf-

Ortsnetz-Rufnummern	Rufnummern in Verbindung mit einer Ortskennzahl, z.B. (0)2408
Mobilfunk	(0)15 (0)16 (0)17
Gebührenfreie Dienste	(0)800
Persönliche Rufnummern	(0)700
Servicenummern	(0)18
Nationale Teilnehmerrufnummern	(0)32

Tabelle 2: Zulässige Rufnummerngassen für die Registrierung einer ENUM-Domain

nummernauflösung im GSM-Netz - genannt Number Resolution Service (NRS) - basierend auf I-ENUM im zweiten Quartal 2008 zu starten.

Doch nicht nur Carrier profitieren von ENUM, auch Unternehmen können beispielsweise U-ENUM als zentrales Rufnummernverzeichnis nutzen, um einzelne Standorte - Filialen, Partner oder Zulieferer - via IP zu vereinen. Neben Kosteneinsparungen durch wegfallende Telefongebühren wird auch die Komplexität verringert, da die Erreichbarkeit von Rufnummern via IP zentral im DNS hinterlegt wird und Querverbindungen nicht einzeln für jeden Standort konfiguriert werden müssen.

Insgesamt ermöglicht dieser Brückenschlag zwischen TK- und IT-Welt neben einer verbesserten Integration beider Welten eine Vereinheitlichung und Standardisierung der Infrastruktur zugunsten eines „All-IP-Netzes“. Basis bleibt dabei die von der Wählscheibe „vererbte“ Telefonnummer, die wir auch heute noch wie selbstverständlich verwenden.

ENUM wird also so lange von Interesse sein, wie die Telefonnummer als die universelle Adresse von Teilnehmern akzeptiert ist. Und daran wird sich - so glauben wir - auch langfristig nichts ändern. Die

#	country name	E.164	ENUMs
1.)	Romania	+40	384266
2.)	United Kingdom	+44	50377
3.)	Austria	+43	29277
4.)	Poland	+48	22901
5.)	Germany	+49	16483
6.)	Korea, Republic of	+82	12595
7.)	Sweden	+46	10112
8.)	Japan	+81	9949
9.)	Czech Republic	+420	3125
10.)	China	+86	1822
11.)	Norway	+47	1154
12.)	Slovakia	+421	475
13.)	Ireland	+353	47
14.)	Indonesia	+62	22
15.)	Singapore	+65	8
16.)	Greece	+30	2
17.)	Liechtenstein	+423	2
18.)	Brazil	+55	2
19.)	Australia	+61	1
20.)	United Arab Emirates	+971	1

Abbildung 10: Anzahl der NAPTR-Einträge nach Länderkennzahl, Quelle: <http://crawler.enum.at>

Nummer ist und bleibt eine kurze Adresse mit weltweiter Gültigkeit - kürzer als alle anderen bis heute entwickelten Adressierungssysteme. Darüber hinaus lässt sie sich von allen Menschen lesen und auf jedem Endgerät schnell eingeben.

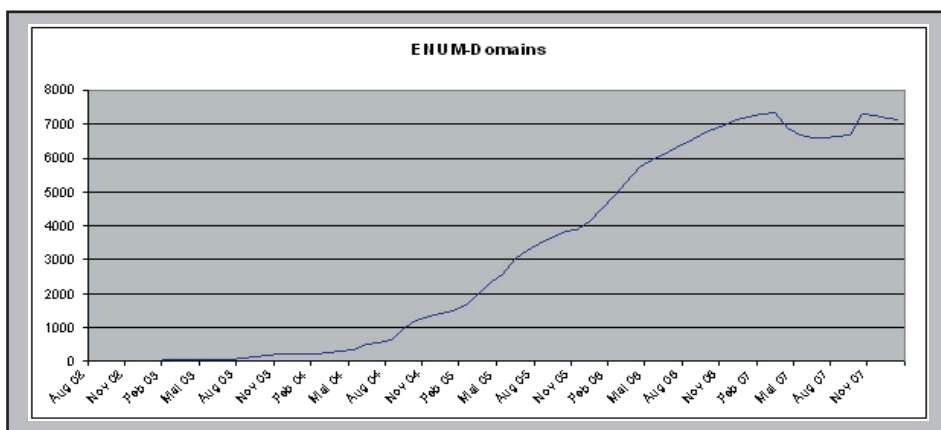


Tabelle 3: Anzahl der registrierten ENUM-Domains in Deutschland