



Abschlussbericht zum Feldversuch ENUM

DENIC eG

Frankfurt, den 23. September 2005

Version 1.0

DENIC Domain Verwaltungs-
und Betriebsgesellschaft eG
Wiesenhüttenplatz 26
D-60329 Frankfurt am Main

Telefon +49 69 27 235 0
Telefax +49 69 27 235 235
E-Mail enum@denic.de
SIP enum@denic.de

Web: <http://www.denic.de/de/enum>

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	4
1 ENUM - Grundlagen	5
1.1 Administration der ENUM-Domains	7
1.2 Anwendungsszenario	8
2 Der ENUM-Feldversuch bei der DENIC eG.....	10
2.1 Historie des ENUM-Feldversuchs.....	10
2.2 Ziel des Feldversuchs.....	10
2.3 Teilnehmerkreis	11
2.4 Die DENIC eG als Betreiberin des Feldversuchs.....	12
2.5 Operativer Betrieb	14
2.6 Kommunikation, Information und Öffentlichkeitsarbeit.....	18
2.7 Internationaler Austausch	22
2.8 Fazit.....	22
3 Ergebnisse des Feldversuchs	23
3.1 Benutzer-Authentisierung	23
3.2 Rufnummernbasierte Prozesse	24
3.3 Datenschutz.....	28
3.4 Rechtliche Aspekte	33
3.5 Wettbewerb	33
3.6 Protokollentwicklung	37
3.7 ENUM-Betrieb	38
4 Schlussfolgerungen aus dem Feldversuch.....	40
Literatur.....	42
Anhang.....	44
A Veranstaltungen	44
B ENUM-Produkte, -Anwendungen und -Dienste	47
C Öffentliche whois Ausgaben	51
D Abkürzungsverzeichnis.....	53

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anwendungsszenario Voice over IP mit ENUM	5
Abbildung 2: Technischer Hintergrund Domain Name System	6
Abbildung 3: Referenzarchitektur	7
Abbildung 4: Rufweiterleitung mit ENUM	9
Abbildung 5: Wichtige Ereignisse im ENUM-Feldversuch bei der DENIC eG	10
Abbildung 6: ENUM-Domain Auftragsstypen	16
Abbildung 7: Details zum ENUM-Domain Registrierungssystem	17
Abbildung 8: Anzahl der ENUM-Domains	22
Abbildung 9: Analyse der Speicherung und Veröffentlichung von personenbezogenen Daten	30
Abbildung 10: ENUM-Betriebsmodell für 9.4.e164.arpa.....	39

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Rufnummerngassen und ihre Verfügbarkeit als ENUM-Domains.....	11
Tabelle 2: Bei der IANA registrierte ENUM-Service	38
Tabelle 3: Konferenzteilnahmen der DENIC eG.....	44
Tabelle 4: Aktive Unterstützung von Veranstaltungen durch die DENIC eG	45

Einleitung

ENUM ist als Internet-Standard mittlerweile fünf Jahre alt¹. Für Internet-Verhältnisse ist das eine lange Zeit, wenn man sich vergegenwärtigt, dass die Funktionalität, die ENUM bietet, schon lange gewünscht wird. Denn die Idee, die hinter ENUM steckt, ist so einfach wie brilliant: die Nutzung von Telefonnummern zur Adressierung von Internetressourcen. So verbindet ENUM die Welt der Telefonie mit der des Internets und ermöglicht gleichzeitig einen vertrauten Umgang mit moderner Kommunikationstechnologie.

Um den langen Vorlauf zu verstehen, den ENUM benötigte, darf man ENUM nicht nur von der technischen Seite aus betrachten. Es ist auch zu berücksichtigen, dass durch die Verknüpfung unterschiedlicher Kommunikationswelten auf der administrativen Seite mehrere Organisationen, die für die Verwaltung von Internet- und Telefonierressourcen zuständig sind, involviert waren.

So wurden zunächst Verfahren und Regeln zur Bereitstellung und zum Betrieb der ENUM Top Level Domain e164.arpa zwischen dem Internet Architecture Board (IAB)², der International Telecommunication Union (ITU)³ und dem Réseaux IP Européens Network Coordination Centre (RIPE NCC)⁴ vereinbart. Dieser Prozess war Anfang 2002 abgeschlossen.

Mit dem bekannt werden der Verfügbarkeit von ENUM-Ressourcen wurde die DENIC eG von ihren Mitgliedern und weiteren Internetteilnehmern aufgefordert, die nationale ENUM-Domain zur Landeskennzahl +49 zu beantragen. Nach der Beantragung erhielt daraufhin die DENIC eG als erste Registrierungsstelle der Welt die Delegation für die einer Landeskennzahl zugeordneten ENUM-Domain. Umgehend wurde daraufhin von der DENIC eG der ENUM-Trial gestartet, der am 8. August 2003 in den ENUM-Feldversuch überging. Die Systeme und Prozesse wurden mit großem Engagement so gestaltet, dass ENUM als innovative Technologie von Diensteanbietern, Netzbetreibern und Endkunden gewinnbringend angewendet werden kann.

Der vorliegende Abschlussbericht zum Feldversuch ENUM beschreibt die zurückliegenden zwei Jahre im Detail. In Kapitel Eins wird ENUM mit seinen Grundlagen und Anwendungsmöglichkeiten dargestellt. Kapitel Zwei beschreibt den Feldversuch bei der DENIC eG. Neben den technischen Systemen, die die DENIC eG bereit stellt, wird auch das kommunikative Engagement beschrieben, mittels dessen die DENIC eG zwei Jahre lang den ENUM-Feldversuch ausgestaltet hat, um eine breite Basis für den Rollout der Technologie zu schaffen.

Einzelne Sachthemen zu Lösungen bestimmter Fragestellungen und Umsetzung gegebener Anforderungen, die während des Feldversuchs erarbeitet wurden, werden in Kapitel Drei vorgestellt. Ein Fazit fasst jeweils die Kernaussagen zusammen.

Kapitel Vier enthält die Schlussfolgerungen, die aus dem Feldversuch gezogen werden können und zeigt auf, wie weiter verfahren werden muss, um ENUM aus der Trialphase in einen produktiven Betrieb zu überführen.

¹ Erster RFC zu ENUM [RFC2916]. Die Idee hinter ENUM ist sogar noch um einiges älter und bereits in [RFC1486] aus dem Jahr 1993 enthalten. Die erste Implementierung wurde 1996-1997 bei Ericsson vorgenommen.

² IAB, <http://www.iab.org>.

³ ITU, <http://www.itu.org>.

⁴ RIPE NCC, <http://www.ripe.net>, vgl. Kap. 2.6.3.2.

1 ENUM - Grundlagen

ENUM leitet sich ab von telephone number mapping und steht für ein Protokoll [RFC3761], mit dem Ressourcen aus dem Telekommunikations- und dem Internetbereich verknüpft werden können. Es definiert eine Vorschrift, mit der eine Telefonnummer in eindeutiger Weise auf eine Internetdomain abgebildet wird⁵. Diese Domain kann dann zur Adressierung von verschiedenen Diensten herangezogen werden, zum Beispiel Telefon-, Fax- und Mobilfunknummern, Voice Mail Systeme, E-Mail-Adressen, IP-Telefonie-Adressen, Webseiten, GPS-Koordinaten, Anrufumleitungen oder Unified Messaging.

ENUM nutzt dazu das seit vielen Jahren etablierte Domain Name System – DNS (siehe Abbildung 2). Eine der Aufgaben des DNS ist die Herstellung einer logischen Verbindung zwischen den Adressen der ans Internet angeschlossenen Rechner (die über rein numerische IP-Adressen identifiziert werden) und Domains, die den Vorteil haben, sich leichter merken zu lassen. Die meisten Internetnutzer kennen Domains im Zusammenhang mit E-Mail-Adressen oder Web-Präsenzen. Die DNS-Infrastruktur und das ENUM-Protokoll ermöglichen aber zukünftig auch, dass Internetkommunikationsdienste durch Telefonrufnummern angesprochen werden können. Dies wird möglich durch so genannte ENUM-Domains. Im Gegensatz zu .de-Domains kann der Nutzer die ENUM-Domain allerdings nicht frei auswählen, da fest vorgeschrieben ist, wie zu einer Telefonnummer die korrespondierende ENUM-Domain gebildet wird. Die entsprechende ENUM-Domain kann daher nur vom Inhaber der betreffenden Rufnummer beantragt werden.

Abbildung 1 soll die Funktionsweise von ENUM an einem Beispiel verdeutlichen: Teilnehmer A möchte Teilnehmer B anrufen.

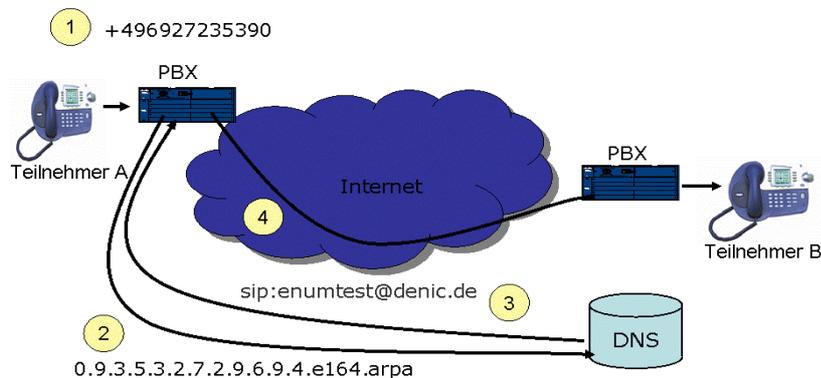


Abbildung 1: Anwendungsszenario Voice over IP mit ENUM

1. Die Anfrage nach der Rufnummer +49 69 27235 390 wird vom ENUM-fähigen Teilnehmer-Endgerät oder der Telefonanlage (PBX⁶) nach der in [RFC3761] angegebenen Vorschrift⁵ in die ENUM-Domain 0.9.3.5.3.2.7.2.9.6.9.4.e164.arpa übersetzt.
2. Eine Anfrage nach der ENUM-Domain 0.9.3.5.3.2.7.2.9.6.9.4.e164.arpa wird an das Domain Name System (DNS) gestellt.

⁵ Der Algorithmus nach [RFC3761] läuft wie folgt ab:

- Darstellung der Telefonrufnummer im internationalen Format.
- Die Telefonrufnummer wird in ihrer Reihenfolge umgedreht.
- Alle Leerzeichen und Sonderzeichen werden entfernt.
- Die einzelnen Ziffern sind durch Punkte zu trennen.
- Der Ziffernfolge wird die Infrastrukturdomain .e164.arpa angehängt.

⁶ Private Branch Exchange - Telefonanlage.

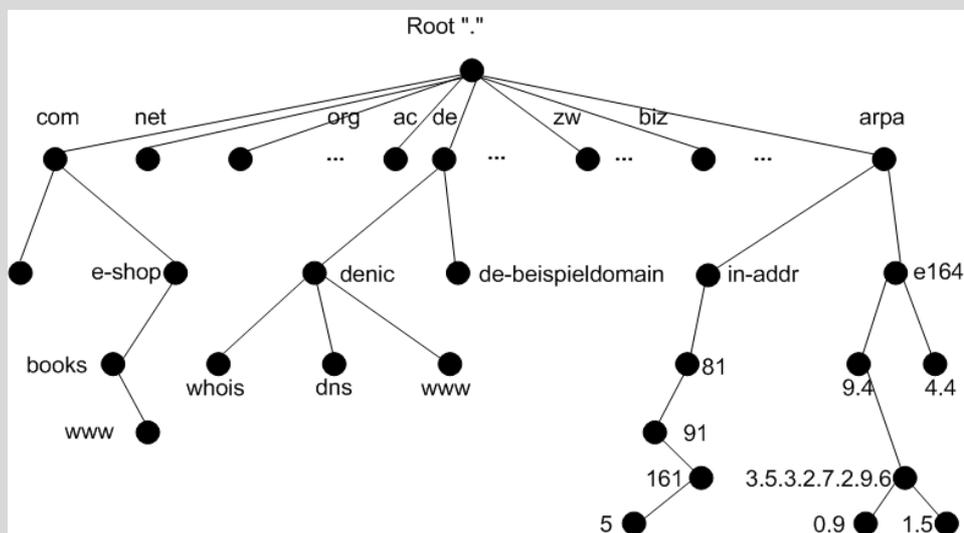
3. Die Anfrage erhält als Resultat so genannte Naming Authority Pointer (NAPTR) Resource Records [RFC3403] zurück. Im obigen Beispiel ist die Antwort eine Adresse, die im Internet über das Voice over IP-Protokoll SIP [RFC3261] erreichbar ist.
4. Die Endanwendung startet nun eine Kommunikationsverbindung. Das Gespräch wird über das Internet zugestellt.

Das Domain Name System

Beim Domain Name System, abgekürzt DNS, handelt es sich um einen technischen Standard, der von der IETF⁷ schon im Jahre 1987 verabschiedet wurde [RFC1034], RFC1035] und der seither eine zentrale Bedeutung für den Betrieb des Internets hat. Durch das DNS wird der heute bekannte weltweite hierarchische Internetnamensraum gebildet. Der Standard beschreibt, wie mittels einfacher technischer Abfragen eine Zuordnung von der Domain zur numerischen Internetadresse erfolgt. Das DNS ist damit Grundlage für die einfache Anwendbarkeit aller bekannten Internetdienste wie Web oder E-Mail.

Die höchste Hierarchiestufe unterhalb der Root-Domain sind die sog. Top Level Domains (TLDs). Es wird unterschieden zwischen generischen TLDs wie z. B. .com, .net und .org und länderspezifischen TLDs wie z. B. .de (für Deutschland) oder .ch (für die Schweiz). Die ccTLDs werden von den lokalen Registrierungsstellen (Registries) verwaltet. Für Deutschland erfüllt diese Aufgabe die DENIC eG.

Für den Internetnutzer wird die Verwendung des DNS auch für rufnummernbasierte Dienste immer wichtiger. Mit [RFC3761] existiert ein IETF-Standard, der die Umsetzung von Rufnummern in Internetdomains (sog. ENUM-Domains) beschreibt. Damit kann das DNS dazu genutzt werden, um über die Eingabe der Telefonrufnummer Internetressourcen zu adressieren. In der Abbildung ist die DNS-Struktur inklusive eines Ausschnitts aus dem ENUM-Zweig unterhalb der Top Level Domain für ENUM .e164.arpa dargestellt.



Realisiert wird das DNS durch eine Vielzahl von im Internet verteilten Nameservern, auf denen die den Hostnamen korrespondierenden IP-Adressen bzw. den Telefonrufnummern zugeordneten ENUM-Domains verzeichnet sind. Dabei ist jeder Nameserver nur für einen Teil der Domainhierarchie einer sogenannten Zone, zuständig oder „autoritativ“. Erst wenn die Anfragen an autoritative Nameserver gestellt wurden, können diese mit verbindlichen Daten beantwortet werden.

Abbildung 2: Technischer Hintergrund Domain Name System

⁷ IETF – Internet Engineering Task Force: Internationales Gremium, das für die Entwicklung und Verabschiedung von sog. Request for Comments, kurz RFC, zuständig ist. Näheres siehe <http://www.ietf.org>.

Die Vorteile von ENUM, wie die Verwendung von Telefonrufnummern für Internetanwendungen und kostengünstige Telefonie, sind offensichtlich. Aber ENUM kann noch mehr. Eine Vielzahl von ENUM-basierten Szenarien, die moderne Kommunikation unterstützen, wurden im Feldversuch entworfen und evaluiert. Ein Szenario ist im Detail in Kapitel 1.2 beschrieben.

1.1 Administration der ENUM-Domains

Ein wesentlicher Grundgedanke des DNS ist die klare Regelung der Verantwortlichkeiten. Die Informationen werden nicht alle an zentraler Stelle hinterlegt, sondern dezentral gespeichert und verwaltet. Der Verantwortliche für eine Zone – eines Zweiges im Domainbaum – kann die Zuständigkeit über Teile seines Bereiches an eine andere Instanz abgeben, d. h. „delegieren“.

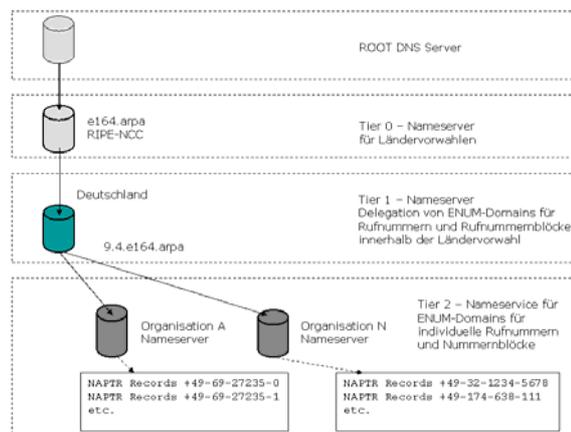


Abbildung 3: Referenzarchitektur

Die internationale Organisation ICANN ist zuständig für die Root-Ebene des DNS und koordiniert die Verwaltung der zugehörigen Root-Nameserver. Die Top Level Domain .arpa wird vom Internet Architecture Board (IAB⁸) administriert. Die Delegation einer ENUM-Domain erfolgt dann über drei weitere Ebenen (Tiers). Das IAB hat die technische Administration der „ENUM Top Level Domain“ e164.arpa (Tier 0) an RIPE NCC⁹ in Amsterdam delegiert. Die Delegation der einzelnen ENUM-Domains zu den E.164-Landeskennzahlen erfolgt mittels eines zwischen dem IAB, der ITU-T SG2¹⁰ und dem RIPE NCC vereinbarten Verfahrens („ENUM administration ad interim“¹¹) an die entsprechenden Organisationen. E.164 ist der Standard, in dem die ITU-T¹² den internationalen Nummernplan für Telekommunikation beschreibt. Für die E.164-Landeskennzahl +49 wurde die ENUM-Domain 9.4.e164.arpa (Tier 1) an die DENIC eG delegiert. Die DENIC eG nimmt die weiteren Delegationen für die darunter liegenden Rufnummern und Rufnummernblöcke an die Nutzungsberechtigten von E.164-Rufnummern vor, welche die Delegationsaufträge über Registrare (Tier 2) vornehmen.

An einem Beispiel für die Rufnummer +49 69 27235 390 lässt sich das abstrakte Delegationsmodell nachvollziehen:

⁸ Internet Architecture Board <http://www.iab.org>.

⁹ RIPE Network Coordination Centre, <http://www.ripe.net>.

¹⁰ International Telecommunication Union Telecommunication Study Group 2
<http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com02/index.asp>

¹¹ ITU-T Standardization Sector Study Group 2, „ENUM administration ad interim“, 24 February 2005.
<http://www.itu.int/ITU-T/inr/enum/procedures.html>.

¹² <http://www.itu.int/ITU-T>.

Der zur Rufnummer +49 69 27235 390 gehörende Anlagenanschluss +49 69 27235 0 ist für die DENIC eG registriert. Daher erhält die DENIC eG die Delegation der aus der Rufnummer gebildeten ENUM-Domain für die Zone 5.3.2.7.2.9.6.9.4.e164.arpa, in welche sie für alle angeschlossenen Geräte die entsprechenden Kommunikationsdaten hinterlegen kann. Im Fall der Rufnummer +49 69 27235 390 wird daraus die ENUM-Domain 0.9.3.5.3.2.7.2.9.6.9.4.e164.arpa gebildet und für diese werden die entsprechenden NAPTR-Records im DNS hinterlegt.

Die TLD „9.4.e164.arpa“ enthält dabei keine direkten NAPTR-Records für die darunter liegenden delegierten Zonen, sondern nur den Verweis, welche Nameserver für diese Zonen autoritative Daten bereithalten. Erst auf diesen Nameservern finden sich in der Regel die jeweiligen NAPTR-Records mit Kommunikationsadressen.

1.2 Anwendungsszenario

Das Aufkommen neuer Kommunikationsmöglichkeiten geht meist einher mit neuen Kommunikationsadressen. Der Anwender wird hier mit einer Vielzahl an Schwierigkeiten konfrontiert, welche die Verwaltung, Pflege und Aktualität dieser Adressen betreffen. Mit ENUM lassen sich alle Endgeräte und viele verschiedenen Services unter einer Rufnummer ansprechen: Eine Nummer für alle Dienste. Die Liste der Kontaktadressen, die von den Kommunikationspartnern verwaltet werden müssen, wird somit kürzer und hat eine größere Aktualität, da der Adressinhaber seine wenigen Kontaktdaten an zentraler Stelle up-to-date halten kann. Szenarien für die Auswahl geeigneter Endgeräte und Rufweiterleitungsmechanismen stellen viel versprechende Möglichkeiten dar, wenn zusätzlich so unterschiedliche Anwendungen wie E-Mail, Präsenz-Dienste, SMS oder Fax integriert werden. So wird es möglich, unabhängig von der jeweiligen Anwendung zu adressieren und z. B. eine E-Mail an eine Telefonrufnummer zu senden. ENUM schafft hier eine Konvergenz am User-Interface, vereinfacht so die Bedienbarkeit und reduziert die Komplexität. Dadurch wird auch neuen Benutzergruppen ein einfacher Zugang zur Internettechnologie ermöglicht.

Die Verwendung von Telefonrufnummern bei Voice over IP ist aktuell eine der wichtigsten Anwendungen von ENUM. Hierbei wählt der Benutzer über sein VoIP-Telefon eine Rufnummer (im Beispiel aus Abbildung 1: +49 69 27235 390). Von diesem Telefon oder dem VoIP-Server, an dem das Telefon angemeldet ist, wird dann automatisch die Telefonnummer auf eine ENUM-Domain abgebildet und im Hintergrund eine Anfrage nach den der ENUM-Domain zugeordneten Kommunikationsdiensten an das DNS gestellt. Als Antwort werden die verfügbaren Kommunikationsrecords zurückgegeben.

Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl an weiteren Anwendungsmöglichkeiten. Ein einfach zu realisierendes Szenario unter Ausnutzung der Möglichkeiten von VoIP und ENUM - die Rufweiterleitung mit ENUM - kann wie in Abbildung 4 dargestellt ablaufen. Nach der Anwahl des Teilnehmers über das Telefon und dem ENUM-Look-up erhält der Anrufer aus dem DNS eine Liste mit NAPTR-Records für VoIP-Kommunikation, Telefonrufnummern und E-Mail-Adressen. Aus dieser Liste wird anhand des VoIP-Eintrags versucht, eine Verbindung zum Teilnehmer herzustellen. Ist der Teilnehmer nicht online, wird der Record für eine Verbindung ins Fest- oder Mobilfunknetz ausgewählt. Bleibt auch dieser Versuch erfolglos, dann wird über die E-Mail-Adresse eine Voice-Nachricht an den Teilnehmer gesendet.

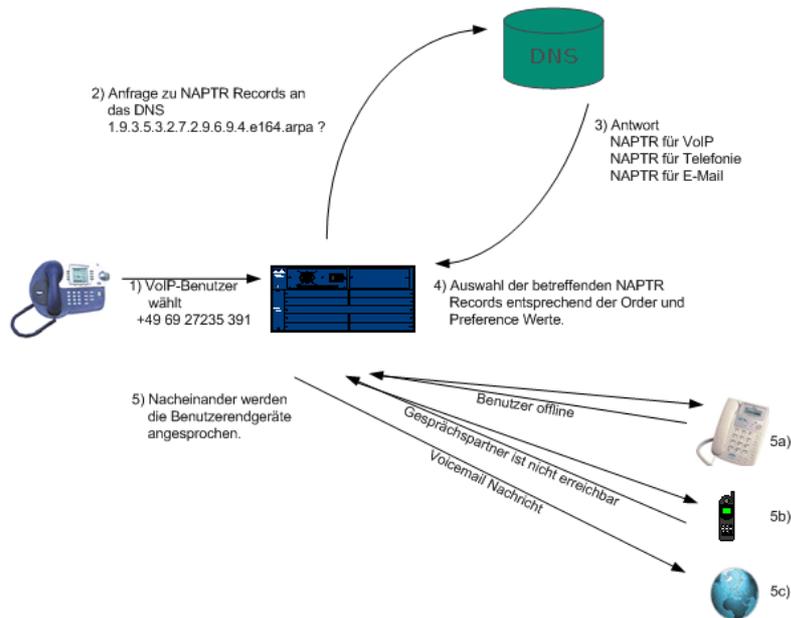


Abbildung 4: Rufweiterleitung mit ENUM

Durch eine Kopplung unterschiedlicher Technologien wird erreicht, dass der Teilnehmer unabhängig von einem speziellen Endgerät erreichbar ist. Besonders VoIP bringt hier den Vorteil mit sich, dass Präsenzinformationen - (der Online-Status des Teilnehmers) - übermittelbar sind und der Teilnehmer ortsunabhängig erreicht werden kann. Hier liegt ein großes Potenzial für zukünftige Anwendungen.

Weitere Szenarien, Produkte und Anwendungen sind auf der DENIC eG Webseite ENUM-Anwendungspotenzial <http://www.denic.de/de/enum/anwendungspotenzial/index.html> und im Anhang B dargestellt.

2 Der ENUM-Feldversuch bei der DENIC eG

2.1 Historie des ENUM-Feldversuchs

Anfang 2002 wurde das RIPE NCC vom IAB beauftragt, Delegationen unterhalb der Domain .e164.arpa vorzunehmen.

Seither kann dort die Delegation der jeweiligen nationalen ENUM-Domain beantragt werden. Aufgrund zahlreicher Nachfragen und Anregungen aus der deutschen Internet Community hat sich die DENIC eG um die Delegation für die ENUM-TLD 9.4.e164.arpa bemüht. Diese erfolgte am 21. Mai 2002. Schon kurze Zeit später startete die DENIC eG den ENUM-Trial.

Der ENUM-Trial ging am 8. August 2003, nach dem Vertragsabschluss zwischen der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post¹³ und der DENIC eG, in den ENUM-Feldversuch über [DENIC RB]. In der Abbildung 5 sind die wichtigsten Ereignisse, die während des Feldversuchs stattfanden, aufgeführt. Das Ende des Feldversuchs ist für das Jahresende 2005 mit dem Übergang in den ENUM-Wirktbetrieb geplant.

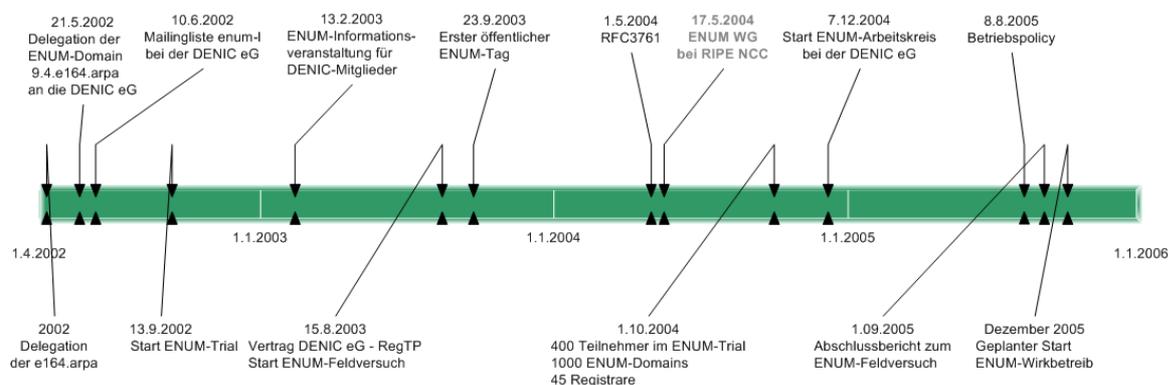


Abbildung 5: Wichtige Ereignisse im ENUM-Feldversuch bei der DENIC eG

Kapitel 2 fasst die wichtigsten Schritte, die von der DENIC eG und den Teilnehmern am ENUM-Feldversuch unternommen wurden, zusammen. Die erzielten Ergebnisse und Erfahrungen werden im Detail in Kapitel 3 vorgestellt und bilden die Grundlage für die ENUM-Betriebspolicy [DENIC BP].

2.2 Ziel des Feldversuchs

Auch wenn es sich bei ENUM um ein Internetprotokoll handelt und bei der Auswahl der Dienste ebenfalls vorwiegend Internetkommunikationsprotokolle eingesetzt werden, ist der Ausgangspunkt eine E.164-Rufnummer, welche - in eine ENUM-Domain umgewandelt - Basis für alle DNS-Abfragen ist. Als ENUM-Domains unterhalb von 9.4.e164.arpa werden nur aus Telefonrufnummern gebildete Domains zugelassen, die eine Entsprechung im deutschen Rufnummernraum besitzen [DRP 2005]. ENUM-Domains, die keine zugeteilte Rufnummer abbilden, sind unzulässig. Darüber hinaus ist für ENUM-Domains derzeit nur eine Teilmenge dieses Nummernraums vorgesehen (siehe Tabelle 1).

¹³ Seit dem 13. Juli 2005 umbenannt in Bundesnetzagentur <http://www.bundesnetzagentur.de>.

Ortsnetz-Rufnummern
Mobilfunk-Rufnummern
Gebührenfreie Dienste (0)800
Persönliche Rufnummern (0)700
Nationale Teilnehmerrufnummern (0)32

Tabelle 1: Rufnummerngassen und ihre Verfügbarkeit als ENUM-Domains

Eine detaillierte Zusammenstellung der angebotenen Teilmenge des deutschen Rufnummernplans ist Tabelle 1 zu entnehmen. Im Feldversuch konnten Rufnummern aller aufgeführten Gassen registriert werden, mit Ausnahme der (0)32-Rufnummerngasse, die erst während des ENUM-Feldversuchs von der Bundesnetzagentur definiert und bereitgestellt wurde.

Ziel des Feldversuchs war es, die notwendige Infrastruktur – technisch wie organisatorisch – aufzubauen und zu erproben. Im Rahmen des Testbetriebs sollten Dienste und Geräte für die neue Technologie entwickelt und auf ihre Praxistauglichkeit geprüft werden. Eine weitere Aufgabe war die Erarbeitung von Verfahren zur Überprüfung des Nutzungsrechtes an einer E.164-Rufnummer, die sog. Validierung. Aber nicht nur die Validierung sollte gelöst werden, sondern auch weitere Prozesse, die während der Lebenszeit einer Telefonrufnummer auftreten, wie beispielsweise die Übertragung einer Telefonrufnummer auf einen anderen Nutzungsberechtigten, mussten berücksichtigt werden. Die Ergebnisse, die während des ENUM-Feldversuch zu diesen Fragen erarbeitet wurden, sind in Kapitel 3.2 zusammengefasst.

2.3 Teilnehmerkreis

Seit Beginn des ENUM-Trials im Jahr 2002 stand die Teilnahme allen an ENUM Interessierten offen. Diese Öffentlichkeit und Transparenz manifestierte sich in einer großen Bandbreite unterschiedlicher Feldversuchsteilnehmer und in der Qualität der erzielten Ergebnisse. Letztlich können zehn verschiedene Teilnehmergruppen identifiziert werden:

DENIC eG

In ihrer Funktion als Registrierungsstelle und als Vertragspartnerin der Bundesnetzagentur für den ENUM-Feldversuch ist sie Promotor und Anlaufstelle für alle anderen Teilnehmer. Die DENIC eG nimmt bereits im Feldversuch wichtige technische Infrastrukturaufgaben wahr. Die letztendliche Ausgestaltung im Sinne effektiver Prozesse unter Berücksichtigung nationaler und internationaler Rahmenbedingungen, wie dies in der ENUM-Betriebspolicy dargelegt ist, obliegt der DENIC eG und bildet die Grundlage für das Betriebsmodell.

Bundesnetzagentur (vormals Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post)

Die Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen ist eine selbständige Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit. Die Bundesnetzagentur ist Vertragspartner der DENIC eG für den Feldversuch. Sie begleitete den ENUM-Feldversuch und wurde durch Quartalsberichte und in Konsultationen regelmäßig über den Status quo informiert.

DENIC-Mitglieder

Als Registrare von ENUM-Domains unterstützen sie den Feldversuch mit Know-how und Prozesskenntnis. Sie waren aktiv an der Ausgestaltung des ENUM-Feldversuchs beteiligt. Die Anzahl der Mitglieder, die ENUM-Domains ihren Endkunden anboten, stieg während des Feldversuchs auf 60 an. Dies entspricht einem Anteil von einem Viertel aller DENIC-Mitglieder.

ENUM-Service-Provider

ENUM-Service-Provider bieten ENUM-Registrierungsdienstleistungen, ENUM-DNS-Dienste und darauf aufbauende Lösungen für Endkunden an.

Telekommunikationsanbieter

Die traditionellen Anbieter von Telekommunikationsservices verfolgten das Interesse des Know-how-Aufbaus und der Teilnahme an einem wachsenden Markt der Zukunft. Hier waren die synergetischen Effekte sehr groß, da die Welt der Telekommunikation genau wie die des Internets ihren eigenen Paradigmen folgt. ENUM wurde hier zumeist als Innovation und zukunftssträchtiger Markt gesehen, welches die bestehenden Geschäftsfelder verändert und ergänzt.

Endkunden

Die Teilnahme von Endkunden am Feldversuch wurde durch die öffentlichen ENUM-Tage bei der DENIC und die daraus resultierende öffentlichkeitswirksame Berichterstattung forciert. Ein wesentlicher Aspekt dabei war, das allgemeine Interesse der Öffentlichkeit zu wecken und so die Nachfrage nach ENUM schon im Feldversuch zu erhöhen. Auch wurden Vorstellungen und Wünsche bezüglich der Services von ENUM artikuliert und an die Hersteller bzw. ISPs herangetragen.

Hersteller von TK-Anlagen und Telekommunikationsendgeräten

Neben der Bereitstellung der ENUM-Infrastruktur ist es unabdingbar, dass die Hersteller von Hardware auch die entsprechenden Geräte anbieten, die ENUM unterstützen, um sie dem aktuellen Markttrend nach VoIP- und anderen Kommunikationsservices anzupassen.

Universitäten

Während des Feldversuchs hat sich eine enge Kooperation mit verschiedenen Universitäten entwickelt. Für diese war ENUM nicht nur unter dem Aspekt der Erforschung neuer Technologien interessant; sondern auch wegen der Möglichkeit, durch den Einsatz von ENUM einen Mehrwert für die Studierenden und die Universitätsangestellten auf dem Campus zu bieten.

Datenschutzorganisationen

Von Beginn des ENUM-Feldversuchs an war Datenschutz ein zentrales Thema für das Projekt. Die Auseinandersetzung mit den bisherigen Bestimmungen und das Ausräumen von Ressentiments bezüglich dieser innovativen Technologie waren Aspekte, die in enger Kooperation mit den Datenschutzverantwortlichen angegangen werden konnten. So konnten Regeln und Empfehlungen für einen angemessenen Umgang mit dem ENUM-DNS erstellt werden.

2.4 Die DENIC eG als Betreiberin des Feldversuchs

2.4.1 Organisation und Aufgaben

In Deutschland ist die Verwaltung der länderbezogenen Top Level Domain, wie in vielen anderen europäischen Ländern auch, privatwirtschaftlich organisiert und entspringt einer Initiative der betroffenen Industrie. Diese Form der Selbstverwaltung entspricht den offenen Strukturen des globalen Mediums Internet. Es basiert auf den Prinzipien der dezentralen Verteilung von Verantwortlichkeiten und Ressourcen sowie der Selbstregulierung durch die betroffenen Interessengruppen. Die Ausgestaltung der DENIC eG in Form einer Genossenschaft ermöglicht eine offene Struktur auch für die Registrierungsstelle selbst, da jederzeit weitere Unternehmen der Genossenschaft beitreten können.

Die zentrale Aufgabe der DENIC eG ist die Verwaltung und der Betrieb der Domains unterhalb der Top Level Domain .de inklusive aller damit zusammenhängenden Aufgaben. Dazu gehören:

- Bundesweite zentrale Registrierung und Verwaltung von Domains unterhalb der TLD .de.
- Betrieb der Primary Nameserver für die TLD .de.
- Bereitstellung verschiedener Datenbank- und Informationsdienste.
- Koordination der internationalen Zusammenarbeit in Bezug auf Domainverwaltung und Mitarbeit in entsprechenden internationalen Gremien.

Für den technischen Betrieb des deutschen Internets am wichtigsten ist dabei der zuverlässige technische Betrieb der Nameserver. Der zentrale Nameserver für alle .de-Domains wird in Frankfurt am Main betrieben. Kopien der Informationen dieses Primary Nameserver werden auf zehn Secondary Nameserver bereitgestellt. Die weltweite Verteilung dieser Server sorgt dafür, dass die Informationen jederzeit und überall schnell zur Verfügung stehen. Täglich werden mehr als 700 Millionen Anfragen von den Nameservern beantwortet. Alle von der DENIC eG angebotenen Dienste müssen sicher, hochverfügbar und skalierbar sein. Diesen Ansprüchen wird DENIC eG durch den Einsatz hochwertiger Hard- und Software-Komponenten und fachlich kompetenter Mitarbeiter, welche die Software entwickeln und die Dienste betreuen, gerecht.

Die Mitgliedschaft in der DENIC eG ist für jeden möglich, der in Deutschland Domains verwaltet und über eine stabile finanzielle Grundlage verfügt. Zur Zeit hat die DENIC eG mehr als 230 Mitglieder, von denen 60 bereits ENUM-Domains registrieren.

2.4.2 Technische Kompetenz

Die DENIC eG betreibt zur Erfüllung ihrer Aufgaben ein umfangreiches Rechner- und Daten-Netz. Alle relevanten Dienste sind sowohl in einem Primären Rechenzentrum als auch in einem Backup-Rechenzentrum implementiert. Über zentrale Storage Area Networks (SANs) stehen auch die zugehörigen Daten an beiden, über Standleitungen verbundenen, Rechenzentren zur Verfügung. Gegen einen Ausfall der Spannungsversorgung sind beide Standorte durch unterbrechungsfreie Stromversorgungen abgesichert.

Über die Redundanz auf der Ebene der Dienste hinaus sind die Rechner und Speichersysteme selbst durch den Einsatz redundanter Komponenten (Plattenspiegelung, Netzteile, CPUs, etc.) ausfallsicher ausgelegt. Um die Umschaltung auf einen Ersatz des ausgefallenen Servers weiter zu automatisieren und die Umschaltzeiten zu minimieren, werden Load Balancer eingesetzt. Diese verteilen die eingehenden Anfragen je nach Verfügbarkeit und Belastung auf die Server der beiden redundanten Rechenzentren. Somit wird sowohl eine höhere Ausfallsicherheit als auch eine Steigerung der Performance erreicht.

2.4.2.1 Netzanbindung

Das Netz der DENIC eG ist über eine gestaffelte Firewall mehrfach voneinander unabhängig an das Internet angebunden. Dies gilt sowohl für das Primäre- als auch für das Backup-Rechenzentrum. Dabei sind die von außen zugänglichen Dienste auf Servern hinter der ersten „Brandmauer“ – in der so genannten „demilitarisierten Zone“ (DMZ) - angesiedelt. Die eigentliche Speicherung und Bearbeitung von Daten findet in durch weitere Firewall-Komponenten zusätzlich abgesicherten privaten, DENIC-internen Netzen statt.

2.4.2.2 Sicherheitskonzept

Sicherheit ist bei der DENIC eG mehr als nur eine Firewall, eine redundante Hardwarekomponente oder eine zusätzliche Stromversorgung: Sicherheit ist ein umfassendes Konzept. Dieses Konzept

beginnt bei der Planung der technischen Infrastruktur, umfasst die Motivation und Information der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und reicht schließlich zu den Zugangskontroll- und Alarmsystemen für die Räumlichkeiten und die elektronischen Dienste. Eine Vielzahl von Einzelmaßnahmen werden eingesetzt, um die Integrität und Verfügbarkeit der Datenbestände zu sichern. Obwohl hier schon ein hoher Standard erreicht wurde, wird an der Verbesserung des Sicherheits- und Betriebskonzepts kontinuierlich weitergearbeitet und den neuen Erkenntnissen und Entwicklungen angepaßt

2.4.2.3 Datensicherheit

Auf das elektronische Registrierungssystem haben nur die Mitglieder der DENIC eG Zugriff. Die Identität des Absenders und die inhaltliche Integrität eines ENUM-Domainauftrags werden durch verschiedene Maßnahmen überprüft, zu denen auch eine OpenPGP-Signatur gehört.

Datenschutz und -sicherheit sind bei der ENUM-Domainverwaltung eng verzahnt. So können die Personendaten nur vom jeweils den Datensatz betreuenden Mitglied verändert werden. Zu Personen- und ENUM-Domain bezogenen Daten haben auch DENIC-Mitarbeiter nur in dem Umfang Zugang, den sie für ihre Arbeit benötigen. Eine detaillierte Analyse zum Datenschutz enthält das Kapitel 3.3.

Zum Erfolg der Sicherheitsmaßnahmen tragen nicht zuletzt der hohe Informationsstand und die Einsicht in die eigene Verantwortung bei allen Beschäftigten bei. Sie werden unterstützt und ergänzt durch den Einsatz eines effektiven Virenschutzsystems, ein leistungsfähiges und ergonomisches Datensicherungssystem und größtmögliche Sorgfalt bei der Einrichtung und der Pflege der Serversysteme und Arbeitsplatzrechner.

2.4.2.4 Sicherung und Überwachung des Betriebs

Auch die permanente Überwachung der Verfügbarkeit der Dienste ist wesentlicher Teil des Sicherheitskonzepts: Der laufende Betrieb wird während der Geschäftszeiten durch die Mitarbeiter von DENICoperations und der Systemadministration überwacht. Außerhalb dieser Zeiten übernimmt dies der Bereitschaftsdienst. Daneben sorgt automatische Überwachungssoftware für eine kontinuierliche Überwachung aller relevanten Dienste. Trendanalysen, Laufzeitüberwachung und die korrelierende Beobachtung verschiedener technischer Messwerte mit Hilfe des Service-Level-Management Systems SightLine ermöglichen auch zukünftig die Bereitstellung einer ausreichenden Performance.

Die DENIC eG hat auch für den Fall eines Stromausfalls vorgesorgt und eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) realisieren lassen. Hierzu wurde zu Beginn des Jahres 2001 von dem Energieversorger der DENIC eG ein redundanter Hausanschluss für das primäre Rechenzentrum installiert. Eine nachgeschaltete, im Online-Modus betriebene USV-Anlage sorgt dafür, dass das Umschalten auf diesen Zweitanschluss nicht zu einer Betriebsunterbrechung führt. Mit einer Leistung von 330 kVA ist die Anlage ausreichend dimensioniert, um auch zukünftigen Anforderungen gewachsen zu sein.

2.5 Operativer Betrieb

Aufbauend auf einer mehr als zehnjährigen Erfahrung in der Verwaltung von .de-Domains, stellt die DENIC eG seit Beginn des Feldversuchs auch die für ENUM notwendigen Infrastrukturdienstleistungen für ihre Mitglieder, die Trialteilnehmer und die Internetnutzer zur Verfügung und baute diese konsequent aus.

Der DNS-Service für die ENUM-TLD 9.4.e164.arpa wurde im Detail auf die Anforderungen für ENUM abgestimmt und angepasst und seit dem Beginn des ENUM-Trials ununterbrochen betrieben.

Im Laufe des Feldversuchs wurde zusätzlich ein ENUM-Arbeitskreis eingerichtet. Er hatte das Ziel, technische und organisatorische Vorschläge für Fragestellungen bezüglich der Themen Validierung, Registry-Registrar-Schnittstelle und Betriebspolicy zu erarbeiten.

Im Folgenden werden die Dienste kurz vorgestellt und zum Teil mit denen für die Top Level Domain .de verglichen.

2.5.1 Nameservice

Die DENIC eG stellt die notwendigen ENUM-Domaininformationen für die 9.4.e164.arpa-Zone derzeit auf drei leistungsfähigen Nameservern zur Verfügung. Der Primary Nameserver befindet sich in Frankfurt am Main. Die Standorte der beiden Secondaries sind Amsterdam und Wien. Diese Infrastruktur wird kontinuierlich ausgebaut. Weitere Standorte in Deutschland, Europa, den USA und Asien können mit steigenden Anforderungen kurzfristig in Betrieb genommen werden. Im Vergleich zu den millionenfachen Abfragen nach .de-Domains ist die Last auf den ENUM-Nameservern mit derzeit rund 100.000 Anfragen täglich noch recht gering. Für den Wirkbetrieb wird jedoch langfristig eine ähnliche Beanspruchung wie für den .de-Nameservice erwartet.

Eingesetzt als Nameserver werden SUN- und IBM-Server mit unterschiedlichen Prozessoren, Betriebssystemen und Nameserversoftware (BIND-Software in den Versionen 8 und 9 sowie NSD). Durch diese dreifache Diversifikation ist gewährleistet, dass bei Sicherheitsproblemen einer Komponente weiterhin ausreichende Kapazitäten vorhanden sind, um alle Anfragen ohne Ausfälle und Antwortverluste beantworten zu können. Derzeit wird mindestens acht Mal täglich die 9.4.e164.arpa-Zone mit den neuesten ENUM-Domainsdaten auf allen drei Nameservern aktualisiert.

2.5.2 Registrierungssystem und Datenbank

Die DENIC eG hat wegen der steigenden Anforderungen an das Registrierungssystem dieses parallel zum ENUM-Feldversuch für ENUM-Domains weiterentwickelt. Während dieses anfänglich halbautomatisch arbeitete, steht den Registraren zu Beginn des Wirkbetriebs ein vollautomatisches System zur Verfügung. Dies ist notwendig, um die Vielzahl der Geschäftsvorgänge bei ENUM zeitnah zu bearbeiten. Dazu bietet die DENIC eG ihren Mitgliedern einen direkten elektronischen Zugang auf das Registrierungssystem. Alle Transaktionen werden mitprotokolliert und gegenüber dem Absender quittiert. Die DENIC hat dazu in Anlehnung an den EPP-Standard der IETF ein eigenes Echtzeit-Registrierungssystem (Realtime Registry Interface - RRI) entwickelt, das alle Anforderungen für den Einsatz bei der DENIC eG erfüllt, und für .de-Domains schon seit dem 2. Quartal 2005 im Einsatz ist.

Für den ENUM-Wirkbetrieb ist geplant, dass das Registrierungssystem rund um die Uhr zur Verfügung steht und Registrierungsaufträge jederzeit angenommen und unverzüglich bearbeitet werden. Die einzelnen ENUM-Domain-Auftragstypen sind in Abbildung 6 aufgeführt.

ENUM-Auftragstypen

Für eine Übermittlung eines Auftrags an die DENIC eG muss immer ein Auftrag eines Kunden vorliegen. Die einzelnen Prozesse haben die folgende Funktionalität.

Prozess	Beschreibung
CREATE	Beauftragung einer ENUM-Domain
UPDATE	Änderungen ausschließlich an den technischen oder administrativen Daten im Datensatz einer ENUM-Domain
CHHOLDER	Inhaberübertragung der ENUM-Domain durch den vorherigen Nutzungsberechtigten auf den Aktuellen
RENEW	Verlängerung einer ENUM-Domain nach erneuter Validierung des Nutzungsrechts der der ENUM-Domain zugrunde liegenden E.164-Rufnummer
CHPROV	Transfer einer ENUM-Domain von einem verwaltenden Registrar zu einem anderen
DELETE	Löschung einer ENUM-Domain und Löschung der ENUM-Domainsdaten

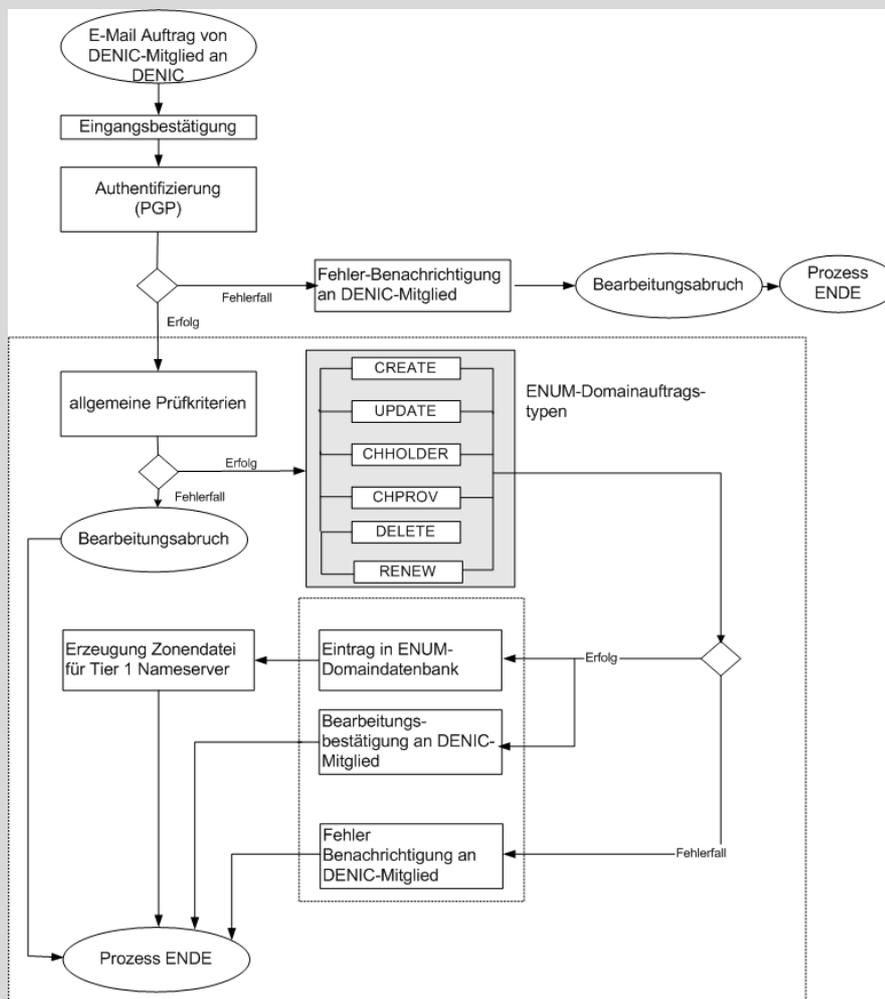
Abbildung 6: ENUM-Domain Auftragstypen

Die Anzahl der Aufträge für ENUM-Domains summieren sich derzeit bis zu fünfzig Vorgänge pro Tag. Auch hier ist das System so ausgelegt, dass es für die erwartete Steigerung der ENUM-Domainsaufträge vorbereitet ist. Zum Vergleich: Das Registrierungssystem für die .de-Domains bearbeitet täglich mehrere zehntausend Vorgänge.

Das derzeitige ENUM-Domain-MRI¹⁴ ist in Abbildung 7 beschrieben. Die Prozesse im RRI sind vergleichbar.

¹⁴Mail Registry Interface

Über die E-Mail-Schnittstelle werden Aufträge der DENIC-Mitglieder zur ENUM-Domain Verwaltung an die DENIC eG geschickt.



Der E-Mail-Eingang wird durch eine Benachrichtigungs-E-Mail bestätigt. Es folgt die Überprüfung der Authentizität und Integrität des Auftrags mittels elektronischer Signaturen nach dem OpenPGP-Standard [RFC 2440]. Durch die digitale Unterschrift wird gewährleistet, dass die Daten während des Transports nicht manipuliert werden können und eine Überprüfung der Identität des Absenders vorgenommen werden kann.

Anschließend werden die E-Mail-Aufträge vom ENUM-Domain-Registrierungssystem bearbeitet. Es werden dabei sechs Auftrags-typen unterschieden. Nach erfolgreicher Bearbeitung werden die Ergebnisse in die ENUM-Domainsdatenbank eingetragen, die Daten stehen zur Erzeugung der Zonendatei für den ENUM-Domain Name Service bereit. Die Zonendatei enthält die ENUM-Domains und die Verweise auf die autoritativen Nameserver der Tier-2-Ebene. Nach Abschluss der Bearbeitung wird eine Auftragsbestätigung an den Auftraggeber gesandt. Kommt es während des Prozessablaufs zu einem syntaktischen oder semantischen Fehler, so wird die Bearbeitung abgebrochen und der Auftraggeber per E-Mail darüber informiert.

Abbildung 7: Details zum ENUM-Domain Registrierungssystem

2.5.3 whois

Der Informationsdienst whois ist eine wichtige standardisierte Abfragemöglichkeit nach Domaindaten. Er wird beschrieben und definiert im Internetstandard [RFC3912]. Für ENUM steht der Dienst ab dem Wirkbetrieb zur Verfügung. Der Zugriff auf whois kann dann entweder über den TCP-Port 43 auf dem DENIC-Whois-Server whois.enum.denic.de oder über die Webseite unter <http://www.denic.de> erfolgen. Benutzungshinweise können mit dem Kommando `whois -h whois.enum.denic.de HELP` oder über die Online Dokumentation [DENIC WH] abgerufen werden. Der Dienst wird hochverfügbar ausgelegt. Durchschnittlich werden im .de-Bereich derzeit pro Minute ca. 25.000 Abfragen bearbeitet, in Spitzenzeiten steigt dieser Wert auf bis zu 40.000 pro Minute.

2.6 Kommunikation, Information und Öffentlichkeitsarbeit

Im Rahmen des ENUM-Feldversuchs war das kommunikative Engagement der DENIC eG sehr breit angelegt. Die dahinter stehende Intention war, eine umfangreiche Informationsplattform für alle Interessierten an ENUM bereitzustellen und so die DENIC-Mitglieder und die Öffentlichkeit kontinuierlich am Feldversuch zu beteiligen.

2.6.1 Informationsangebote

2.6.1.1 Webseiten

Die öffentlichen ENUM-Webseiten <http://www.denic.de/de/enum/index.html> geben eine umfassende Einführung und eine Übersicht über den Status quo. Sie sind größtenteils zweisprachig auf Deutsch und Englisch vorhanden.

- Allgemeine Informationen: Hier erhält der Leser eine kurze allgemeine Einführung zu ENUM und den Vorteilen, die daraus resultieren.
- Anwendungspotenzial: Ein Überblick über moderne Kommunikationsszenarien, die mit ENUM realisiert werden und Produkte, die ENUM unterstützen. Mit Anwendungsszenarien werden bereits existierende Implementierungen von ENUM beschrieben.
- Teilnehmer am Feldversuch: Eine ständig aktualisierte Liste aller Feldversuch-Teilnehmer, bei denen eine ENUM-Domain registriert werden kann.
- Externe Links: Hier werden nationale und internationale Organisationen im Umfeld von ENUM aufgelistet.
- Technische Informationen: Der technische Hintergrund von ENUM mit Referenz und Erklärung der einzelnen RFCs und Drafts wird dargestellt.
- Veranstaltungen: Dokumentiert werden hier die ENUM-Tage der DENIC eG sowie alle weiteren Veranstaltungen, auf denen die DENIC eG mit ENUM präsent war.
- Aktuelle Arbeit: Um den ENUM-Feldversuch so transparent wie möglich zu gestalten, findet man hier den Status quo des Testbetriebs und die jeweils aktuellsten Dokumente. Die Quartalsberichte, die den Feldversuch offiziell dokumentieren, sind ebenfalls hier hinterlegt.

Die ENUM-Webseiten wurden in den letzten sechs Monaten über 170.000 Mal aufgerufen. Eine Umfrage, die die DENIC eG unter den Mitgliedern bezüglich des Informationsangebots der ENUM-Seiten vornahm, ergab, dass 70 Prozent der Befragten die Seiten als „sehr gut strukturiert und informativ“ bewerteten. Die DENIC bietet für Ihre Mitglieder zusätzlich interne Webseiten mit registrierungsspezifischen Informationen an.

2.6.1.2 Mailingliste

Die Mailingliste enum-l@denic.de wurde zeitnah mit dem Start des ENUM-Trials bei der DENIC eG eingerichtet und hatte bereits zu Beginn eine Teilnehmerzahl von 150 Interessierten. Auf dieser Liste werden aktuelle Themen und Trends diskutiert. Zusammen mit den Ankündigungen zum ENUM-Feldversuch bietet die Mailingliste allen Teilnehmern ein informatives Forum zum Austausch. Alle Mitteilungen werden in einem Archiv abgelegt, das über die ENUM-Webseiten zugänglich ist. Die Zahl der eingeschriebenen Teilnehmer ist stetig gestiegen und beträgt derzeit 600.

2.6.1.3 Quartalsberichte

Im Rahmen des Vertrages zwischen der Bundesnetzagentur und der DENIC eG hat sich die DENIC eG verpflichtet, den Fortschritt des ENUM-Feldversuchs vierteljährlich zu dokumentieren. Inhalt der Quartalsberichte war neben dem Bericht über den Status quo des Feldversuchs und dessen Ergebnisse auch die Beschreibung der Aktivitäten sowie die Berichterstattung über die Fortschritte aus den internationalen ENUM-Trials und den Gremien. Diese Berichte wurde über die Webseiten http://www.denic.de/de/enum/aktuelle_arbeit/quartalsberichte/Quartalsberichte.html allen Interessierten öffentlich zugänglich gemacht und unterstrichen so die Transparenz des Feldversuchs.

2.6.1.4 Mitgliederschulung

Seit 2004 gibt es im Rahmen der DENIC-Mitgliederschulung auch einen ENUM-Teil. Diese Schulung ist für alle DENIC-Mitglieder verpflichtend und sind eine der Voraussetzungen für die Registrierung von Domains.

2.6.1.5 Bilaterale Gespräche

Seit Beginn des Feldversuchs wurde immer wieder das Gespräch mit Unternehmen gesucht. Ziel war es, ENUM als innovative und langfristige Brücke zwischen klassischer Telefonie und Internet ins Gespräch zu bringen. Vor allem im Mittelstand konnte hier ein großer Informationsbedarf verzeichnet werden.

Auch auf internationaler Ebene konnte der Feldversuch vorgestellt werden. Sowohl bei den Besuchen der Communications Commission of Kenya im März 2005 als auch dem des China Internet Network Information Center CNNIC war ENUM Teil des Programms. Von besonderem Interesse für die ausländischen Gäste waren das Betriebsmodell der DENIC eG bezüglich ENUM und die technisch darunter liegenden Prozesse.

2.6.2 ENUM-Tage und ENUM-Arbeitskreis

Seit Beginn des Feldversuchs veranstaltet die DENIC in halbjährlichem Abstand öffentliche ENUM-Tage. Das Interesse an diesen Veranstaltungen wuchs zunehmend, so dass den letzten ENUM-Tag am 1. März 2005 schon 140 Teilnehmer besuchten. Die Mischung aus Erfahrungsaustausch, technischen Vorträgen, Beiträgen von Anwendungsentwicklern und Geräteherstellern und nicht zuletzt Demonstrationen von Anwendungen machten diese Meetings zu sehr besuchenswerten Veranstaltungen. Die positive Resonanz schlug sich auch in einer erhöhten Registrierungstätigkeit für ENUM-Domains nieder. Die ENUM-Tage wurden auch genutzt, um Teilnehmer anzusprechen, sich aktiv am ENUM-Feldversuch zu engagieren und an der ENUM-Domainregistrierung teilzunehmen.

Der nächste ENUM-Tag findet am 28. September 2005 in Frankfurt statt. Alle Vorträge und Informationen über die vergangenen ENUM-Tage können auf den ENUM-Webseiten unter http://www.denic.de/de/enum/veranstaltungen/denic_enum-tage/index.html eingesehen werden.

Für die DENIC eG war zur Steuerung des ENUM-Feldversuchs von großem Interesse, warum eine Teilnahme erfolgte und wie hoch die Zufriedenheit mit dem Ablauf des Testbetriebs war. Daher

wurde im Oktober 2004 ein Feedback-Bogen entwickelt und an alle am Feldversuch teilnehmenden Registrare versandt. Die Fragen beschäftigten sich mit der allgemeinen Kommunikation, den technischen Prozessen und dem Thema Validierung.

Die Rückläuferquote lag bei 72 Prozent. Eines der wichtigsten Ergebnisse dieser Umfrage war der Wunsch der Registrare, einen Arbeitskreis zu gründen, um noch nicht gelöste Fragestellungen zu diskutieren und zu Lösungen zu gelangen. Neben Themen wie Validierung und Datenschutz wurden vor allem auch die technischen Registrierungsprozesse definiert, die daraufhin von der DENIC eG implementiert wurden. Während der insgesamt vier Treffen dieses Arbeitskreises seit Dezember 2004 wurde auch die Grundlage für die Betriebspolicy gelegt.

2.6.3 Teilnahme an Konferenzen

Mit dem Ziel des zusätzlichen Know-how-Aufbaus und des Informationsaustausches nahmen Mitarbeiter der DENIC eG während des Feldversuchs an verschiedenen Konferenzen teil. Eine Tabelle mit den Veranstaltungen befindet sich in Anhang A in Tabelle 3.

Der Informationsaustausch und der Wissenstransfer, der zwischen den Konferenzteilnehmern aus den Bereichen Forschung und Entwicklung, Marketing und Produktion stattfand, war ein wichtiger Bestandteil des deutschen ENUM-Feldversuchs.

2.6.3.1 IETF

Die Internet Engineering Task Force - IETF - (<http://www.ietf.org>) ist eine offene, internationale Organisation von Netzwerkdesignern, professionellen Anwendern und Herstellern, die zur Entwicklung des Internet und dessen reibungslosem Betrieb beitragen. Ihre Arbeit konzentriert sich vor allem auf die Weiterentwicklung der wichtigsten Internetstandards. Die Zusammenarbeit innerhalb der IETF wird in themenspezifischen Arbeitsgruppen organisiert.

Sowohl die Standardisierung als auch die Weiterentwicklung auf der Protokollebene sind für ENUM wichtig. Eine Interessenvertretung mit Hinblick auf den deutschen ENUM-Feldversuch konnte durch die regelmäßige Teilnahme an dieser internationalen Konferenz gewährleistet werden. Details zur Protokollstandardisierung für ENUM aus der IETF Working Group ENUM <http://www.ietf.org/html.charters/enum-charter.html> sind in Kapitel 1 beschrieben.

2.6.3.2 RIPE NCC

Das Réseau IP Européens Network - RIPE - (<http://www.ripe.net>), 1989 gegründet mit Sitz in Amsterdam, ist der Zusammenschluss der europäischen Betreiber IP-basierter Weitverkehrsnetze. Primäres Ziel der Organisation ist die Sicherstellung der administrativen und technischen Koordination zum Betrieb eines europäischen IP-Netzwerks.

Die operativen Aufgaben nimmt das RIPE NCC (RIPE Network Coordination Centre) wahr, eine der weltweit fünf regionalen Registrierungsstellen (Regional Internet Registry, RIR). Für ENUM nimmt RIPE NCC die Delegationen unter e164.arpa zu den Länderkennzahlen vor.

Von RIPE NCC wurde eine Arbeitsgruppe ENUM¹⁵ gegründet. Sie trifft sich dreimal jährlich im Rahmen des RIPE Meetings. Zusätzlich wird die Arbeit durch die Diskussion auf einer ENUM-Mailingliste¹⁶ unterstützt. In diesem Umfeld werden Initiativen, wie z.B. die weltweiten ENUM-Trials, beobachtet.

2.6.3.3 ETSI

ETSI - die Abkürzung steht für [European Telecommunication Standard Institute](http://www.etsi.org/) <http://www.etsi.org/> - ist ein Gremium für die Standardisierung von Telekommunikationssystemen und Diensten in Fest-

¹⁵ <http://www.ripe.net/ripe/wg/enum/>

¹⁶ <http://www.ripe.net/mailman/listinfo/enum-wg/>

und Mobil-Netzen. Außerdem gehören das TV-Funkwesen und die Informationstechnologie im Allgemeinen zum Aufgabenfeld.

Es wurde vor 15 Jahren auf Betreiben der Europäischen Kommission gegründet. Mitglieder von ETSI sind Verwaltungen der EU, europäische Hersteller und Forschungsinstitute.

Die Teilnahme an den ENUM-Workshops von ETSI hatte das Ziel, den Informationsaustausch zwischen den unterschiedlichen ENUM-Trials zu unterstützen, die Fortschritte in den einzelnen Trials herauszustellen und die noch offenen Fragen zu beantworten. Neben dem Bereich User-ENUM, für den die internationalen Trials zuständig sind, rückte auch der Bereich Infrastructure-ENUM in den Vordergrund, für den sich ETSI engagiert. Wichtiges Ziel von ETSI im Bereich ENUM war auch die Vorbereitung und Durchführung eines ENUM-Plugtests¹⁷.

Unter einem Plugtest versteht man dabei Interoperabilitätstests, bei denen Forscher und Entwickler auch konkurrierender Firmen zusammen kommen, um ihre Produkte hinsichtlich Konformität zum Standard oder dessen Entwurf und seiner verschiedenen Implementierungen zu testen. Der intensive Austausch auf diesen Veranstaltungen und die Lösungsansätze zu den teilweise erkennbar unterschiedlichen Sichtweisen der Teilnehmer waren ein echter Mehrwert für die konkrete Anwendungs- und Produktentwicklung im deutschen ENUM-Feldversuch.

2.6.3.4 Domain pulse

Domain pulse¹⁸ ist eine von den Registrierungsstellen nic.at (Österreich), SWITCH (Schweiz) und der DENIC eG (Deutschland) getragene Veranstaltung für aktuelle Themen, Tendenzen und Trends rund um Domains. Domain pulse bietet als Kompetenzforum für Fachkreise im deutschsprachigen Raum die Möglichkeit zur direkten und aktiven Kommunikation. Auf den letzten Veranstaltungen war für ENUM jeweils ein eigener Tagesordnungspunkt gewidmet und so konnte der Dialog mit den anderen deutschsprachigen Teilnehmern und Registries in Bezug auf ENUM sehr intensiv gepflegt werden. So berichteten Vertreter des österreichischen Feldversuchs im Februar 2004 von ihren bisherigen Erfahrungen und zukünftigen Vorstellungen bezüglich des Geschäftsmodells von ENUM in Österreich. Im Jahr 2005 konnte dann ein repräsentatives Bild aller deutschsprachigen ENUM-Trials dargestellt und der Erfolg des bereits seit vier Monaten laufenden österreichischen Wirkbetriebs präsentiert werden.

2.6.3.5 Weitere Veranstaltungen

Die aktive Teilnahme des ENUM-Projektteams an Veranstaltungen mit dem Schwerpunkt VoIP brachte ENUM einem breiteren Publikum näher. Die anschließenden Diskussionen verdeutlichten den Nachholbedarf bezüglich Informationen zu ENUM. Im Verlauf des Feldversuchs wurde daher die Vortragsaktivität erhöht, um ENUM einer noch größeren Öffentlichkeit vorzustellen. Eine Tabelle mit den Konferenzteilnahmen der DENIC eG für ENUM und Veranstaltungen, die durch einen Beitrag über ENUM unterstützt wurden, findet sich in Anhang A Tabelle 4.

2.6.4 Publikationen

Um ENUM auch einem breiten Publikum nahe zu bringen und potentielle Nutzer zu erreichen, die noch nichts vom Feldversuch gehört hatten, wurden diverse Artikel in Zeitschriften bzw. Fachmagazinen veröffentlicht. Über die ENUM-Tage wurde in eigenen Pressemitteilungen informiert.

- DFN-GI-Edition: Lecture Notes in Informatics. (Hrsg. Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp, Eike Jessen), Düsseldorf 2004. *ENUM – der Brückenschlag zwischen Telefonie und Internet*. Vol. P 55. 2004. (Stefan Dieterle/ Petra Blank, DENIC eG)

¹⁷ <http://www.etsi.org/plugtests/History/2005ENUM.htm>

¹⁸ <http://www.domainpulse.org/?lang=german>

- IHK-Zeitschrift: Telekommunikation Spezial. *ENUM - eine Nummer für alle Dienste*. 02/2004. (Dr. Klaus Herzig, DENIC eG)
- KMUplus-Magazin: *ENUM – eine Nummer für alle Dienste*. 05/2005. (Dr. Klaus Herzig, DENIC eG)
- iX-Magazin: *ENUM – Anschluss unter dieser Nummer*. 10/2005. (Stefan Dieterle/ Petra Blank, DENIC eG)
- Radiointerview mit Star FM am 15.05.05 zum Thema ENUM. (Sabine Dolderer, DENIC eG)

2.7 Internationaler Austausch

Parallel zu der zweijährigen Laufzeit des Feldversuchs in Deutschland wurden in mehreren anderen Ländern ebenfalls Erfahrungen mit ENUM im Rahmen von verschiedenen Trials gemacht. Der internationale Austausch bezüglich der diversen Ausgestaltungen der ENUM-Trials diente als wichtige Hilfestellung beim Entwurf von eigenen Lösungswegen. Ausländische Gäste waren daher regelmäßig auf den ENUM-Tagen vertreten.

2.8 Fazit

Der ENUM-Feldversuch bei der DENIC eG konnte mit einer Anzahl von über 3.500 registrierten ENUM-Domains (Abbildung 8) erfolgreich abgeschlossen werden. Das stetige Wachstum der Zahl der ENUM-Domainregistrierungen seit Beginn des Testbetriebs und die zunehmende Zahl an Testbetriebsteilnehmern beweisen das große Interesse an der neuen Technologie. Innerhalb des Feldversuchs wurde sowohl ein gemeinsames Verständnis für ein ENUM-Betriebsmodell erarbeitet als auch die Basis für dessen technische Realisierung gelegt. Das gemeinsame Engagement aller Teilnehmer des Feldversuchs hat die Grundlage geschaffen, ENUM in der Industrie als eine mögliche Zukunftstechnologie als Brücke zwischen klassischer Telefonie und dem Internet zu verankern. Nicht nur dass inzwischen 27% der DENIC-Mitglieder ENUM-Domains für Kunden registrieren, auch die professionelle technische Bereitstellung des Registrierungs- und DNS-Services durch die DENIC eG und die breit verfügbaren Informationen haben ENUM für den Wirkbetrieb vorbereitet und 9.4.e164.arpa für den bundesweiten Rollout platziert.

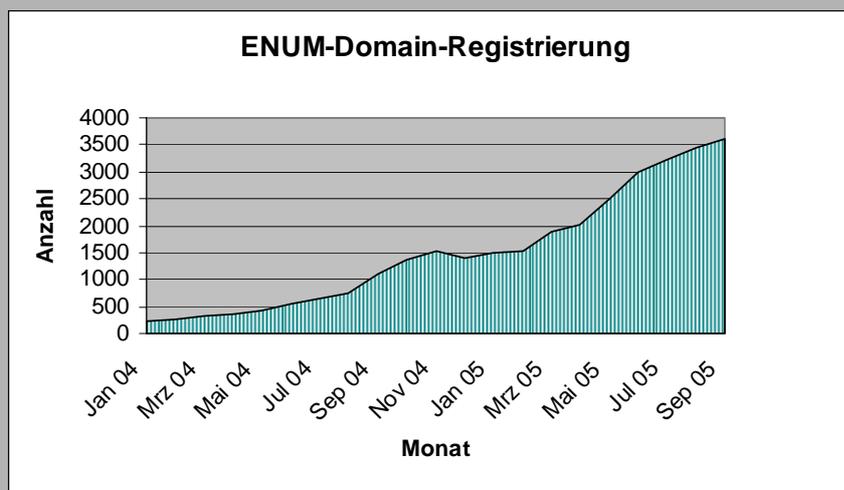


Abbildung 8: Anzahl der ENUM-Domains

3 Ergebnisse des Feldversuchs

Die folgenden Unterkapitel sind eine detaillierte Analyse einzelner Sachthemen, wie sie während des ENUM-Feldversuchs von den Feldversuchsteilnehmern und von der DENIC eG erarbeitet wurden.

3.1 Benutzer-Authentisierung

Unter Authentisierung versteht man die Identifizierung eines Nutzers. Um den Missbrauch durch Unberechtigte bei den ENUM-Diensten auszuschließen, spielt die Identitätsprüfung der Nutzer eine entscheidende Rolle. Verschiedene Systeme bzw. Dienste und hierfür berechnete Nutzer müssen bei der Beschreibung unterschieden werden. Im Einzelnen sind dies:

- das ENUM-Domain Registrierungssystem,
- die Dienste whois und DNS.

Die Identifizierung des Nutzungsberechtigten einer E.164-Rufnummer wird unter Rufnummernvalidierung im Kapitel 3.2.4 behandelt.

3.1.1 ENUM-Domain Registrierung

Die DENIC eG bietet für ihre Mitglieder ein automatisiertes Registrierungssystem für ENUM-Domains an, das in Kapitel 2.4.2 beschrieben wurde. Zur Nutzung dieses Registrierungssystems für ENUM-Domains sind verschiedene formale und technische Voraussetzungen zu erfüllen. Diese sind notwendig um die Sicherheit der korrekten und autorisierten Nutzung zu gewährleisten.

Um eine Kommunikation über die Mailschnittstelle (MRI) der DENIC eG zu ermöglichen, muss jedes Mitglied zunächst eine OpenPGP-Signierung einrichten. Zudem muss mit dem Providertemplate ein Stammdatenblatt erstellt und in das Registrierungssystem eingebunden werden.

Sobald die OpenPGP-Keys des Mitglieds sowie das Providertemplate erfolgreich aktiviert sind, nimmt das Registrierungssystem Aufträge des Mitglieds entgegen.

Durch die Verwendung der Public-Key-Kryptographie kann somit sichergestellt werden, dass nur autorisierte und verifizierte Aufträge an die DENIC eG zur Bearbeitung eingereicht werden.

Bei der künftigen RRI-Schnittstelle erfolgt die Authentisierung auf zweifache Weise sowohl auf Transport Layer Security (TLS) Ebene als auch auf RRI-Protokoll-Ebene. Die Authentisierung muss dabei bidirektional erfolgen, eine reine Benutzerauthentisierung ist nicht ausreichend.

Der DENIC-Server hat dazu ein digitales X.509v3 Zertifikat von einer anerkannten Zertifizierungsstelle, das den Clients geliefert wird, wenn sie eine RRI-Verbindung herstellen. Auf dieser Art können Clients eine Serverauthentisierung nutzen, so dass keine man-in-the-middle-Angriffe stattfinden können. Die Clientauthentisierung ist auf RRI-Ebene verlagert und erfolgt mittels RRI-Login und RRI-Passwort. Diese sensitive Informationen, zusammen mit den gesamten datenschutzempfindlichen persönlichen Daten, werden nicht in Klartext über das Netz übertragen, sondern die darunter liegenden Verschlüsselungsmechanismen der entsprechenden TLS-Suites gewährleisten Vertraulichkeit und Integrität. Es werden nur modernste TLS-Suites, die über das IT-Grundschutzniveau nach BSI-Empfehlungen hinausgehen, angewendet.

Mögliche Bedrohungen der Registrierungsschnittstelle werden kontinuierlich analysiert. Für die Zukunft ist zusätzlich die Einführung von Client-Zertifikaten auf TLS-Ebene geplant.

3.1.2 DENIC-Dienste

Sicherheit und Authentisierung sind auch bei den öffentlichen DENIC-Diensten von entscheidender Bedeutung. Nur so kann gewährleistet werden, dass die Ressourcen angemessen verwendet wer-

den und somit allen Internet-Teilnehmern zuverlässig und ausfallsicher an sieben Tagen 24 Stunden zur Verfügung stehen. Von der DENIC eG werden für ENUM die folgenden Dienste zur Verfügung gestellt:

whois

Der whois-Dienst (Kapitel 2.5.3) <http://www.denic.de/de/whois/> ist ein anonymer Dienst, der ab dem ENUM-Wirkbetrieb prinzipiell für jedermann angeboten wird. Er wird auf einer vergleichbaren Plattform wie der de-whois implementiert. Im Unterschied zum de-whois werden allerdings – soweit der Registrant es nicht ausdrücklich wünscht (opt-in) - nur sehr eingeschränkte Informationen ausgegeben (vgl. 3.3.2). Die Anfragehäufigkeit des Dienstes wird überwacht; festgelegte Grenzwerte können nicht überschritten werden. Die Grenzwerte sind ausreichend hoch, so dass es im Rahmen einer normalen Nutzung zu keinerlei Engpässen kommen kann.

Für die Zukunft wird innerhalb der IETF unter aktiver Beteiligung der DENIC eG mit CRISP [RFC 3707] derzeit ein neuer Standard erarbeitet, der neben dem anonymen Zugriff auch eine wesentlich flexiblere Autorisierung dieses Dienstes ermöglicht.

ENUM-Domain Name Service

Von der DENIC eG wird der Domain Name Service für ENUM-Domains unterhalb 9.4.e164.arpa bereitgestellt und in die ENUM-Nameserver werden die Delegationen auf die vom ENUM-Domaininhaber benannten Nameserver für die einzelnen ENUM-Domains eingetragen. Der Betreiber der delegierten Nameserver stellt dabei den Dienst in eigener Verantwortung und in mit dem ENUM-Domaininhaber abgestimmten Servicequalitäten für DNS-Abfragen bereit. Der Dienst ist ein anonymer Abfragedienst und kann von allen Internetteilnehmern gleichartig genutzt werden. Der DNS-Service für die ENUM-TLD 9.4.e164.arpa wird ständig überwacht und ist hoch skalierbar, so dass im Falle eines abnormalen Verhaltens bei den Abfragen, z. B. im Falle einer Fehlkonfiguration auf der Benutzerseite, umgehend darauf reagiert werden kann.

3.1.3 Fazit

Die Erfahrungen zur Bereitstellung der DENIC-Dienste sowohl an berechnete Benutzer als auch an die Internetöffentlichkeit gründet sich auf die langjährige Betriebserfahrung der DENIC eG für die Top Level Domain .de. Die ENUM-Systeme wurden in Anlehnung an das .de-Domain-Registrierungssystem entwickelt und implementiert. Der Test der Systeme erfolgte während des ENUM-Feldversuchs durch intensive Rollout-Tests des DENIC-internen Testteams. Die erfolgreiche Bereitstellung wurde durch die Integration in das betriebsübliche Überwachungssystem dokumentiert, konnte aber im Feld auch jederzeit durch die DENIC-Mitglieder, die Feldversuchsteilnehmer und aber durch alle Internetnutzer überprüft werden.

Die von der DENIC eG eingesetzten Verfahren zur Überprüfung der Authentizität der berechtigten Teilnehmer am Registrierungsbetrieb und die Verifikation der Unversehrtheit der Aufträge erfüllen alle Anforderungen, die an sichere Systeme gestellt werden.

Bei den Dienstleistungen, die für alle Internetbenutzer ohne Zugangsbeschränkung angeboten werden, wird besonders auf die 7/24-Verfügbarkeit, die Ausfallsicherheit und die hohe Skalierbarkeit geachtet.

3.2 Rufnummernbasierte Prozesse

Die Abbildung von Rufnummern auf Domains und deren Verwaltung macht es notwendig, Anforderungen zu berücksichtigen, die sich aus der Nutzung der Rufnummern im öffentlichen Telefonnetz ergeben. Die DENIC eG und die Feldversuchsteilnehmer haben daher während des ENUM-Feldversuchs diese Anforderungen analysiert und in den Prozessen zur Verwaltung der ENUM-Domains berücksichtigt. Im Nachfolgenden werden die Ergebnisse beschrieben.

3.2.1 Rufnummernraum

Ein Kriterium für die Auswahl der Rufnummerngassen, welche als ENUM-Domains unterhalb von 9.4.e164.arpa zur Verfügung gestellt werden, war, dass über das Internet derzeit keine auf DNS-Abfragen bzw. individuellen IP-Diensten basierende Abrechnungsmöglichkeit existiert. Es können daher auch keine kostenpflichtigen Dienste vergleichbar der Mehrwertdienste abgerechnet werden. Obwohl es den Betreibern von kostenpflichtigen Mehrwertdiensten grundsätzlich freistünde, ihre Dienste über das Internet kostenlos anzubieten oder andere Abrechnungsmöglichkeiten zu nutzen, wurde im Feldversuch – auch mangels Interesse der Teilnehmer - darauf verzichtet, eine Registrierung der entsprechenden ENUM-Domains anzubieten.

Gegen Ende des ENUM-Feldversuchs wurde allerdings der Bedarf an weiteren Rufnummerngassen wie z. B. 0180-Nummern geäußert. Die Verwendung der auf diesen Rufnummern basierenden ENUM-Domains und deren Einbindung wird gegenwärtig evaluiert.

3.2.2 Rufnummernportierung

Unter Rufnummernportierung wird der Wechsel des Dienstanbieters, der einen Telefonieteilnehmer mit Telefoniediensten versorgt - unter Mitnahme der Rufnummer - verstanden. Da der ENUM-Domaininhaber jeweils auch der Nutzungsberechtigte an der Rufnummer ist, kann er die entsprechenden Informationen zur technischen Infrastruktur mittels einfachem Update über seinen Registrar mitteilen bzw. der Registrar selbst wird ihm diesen Dienst anbieten.

3.2.3 Rufnummernrückgabe

Rufnummern, die vom Nutzungsberechtigten der E.164-Rufnummer nicht mehr genutzt werden, werden an den Netzbetreiber zurückgegeben. Diese Rufnummern werden erst nach einer Ruhezeit (Sperrfrist) wieder neu zugeteilt. Die Ruhezeiten sind für die einzelnen Rufnummerngassen unterschiedlich, einheitliche Vorgaben existieren hier nicht. Um zu gewährleisten, dass eine zurückgegebene Rufnummer nicht länger als ENUM-Domain delegiert ist, wird für den ENUM-Wirktbetrieb eine vertragliche Verpflichtung des ENUM-Domaininhabers vorgesehen, Änderungen der Nutzungsberechtigung unverzüglich mitzuteilen. Um Verstöße gegen diese Verpflichtung zu erkennen, wird zudem die Vertragslaufzeit auf zwölf Monaten begrenzt. Nach dieser Zeit hat eine aktive Verlängerung der Domain und damit verbunden eine Revalidierung zu erfolgen. Die Kombination dieser beiden Maßnahmen gewährleistet ein hohes Maß an Datenintegrität verbunden mit den Anforderungen eines kostengünstigen, effizienten Registrierungssystems.

3.2.4 Rufnummernvalidierung

Mit Rufnummernvalidierung wird die Überprüfung des Nutzungsrechtes an einer Telefonrufnummer bezeichnet. Diese Überprüfung erfolgt im Vorfeld der ENUM-Domainregistrierung. Im ENUM-Feldversuch wurden unterschiedliche Ansätze diskutiert und teilweise auch implementiert. Da in Deutschland aus guten Gründen keine zentrale Datenbank für die Rufnummernverwaltung existiert, in der alle Informationen zur Zuteilung einer einzelnen Rufnummer oder eines Rufnummernblocks abgelegt sind, kann keine Validierung gegenüber einem zentralen System erfolgen. Der im ENUM-Feldversuch evaluierte Ansatz hat diese Tatsache berücksichtigt und Validierungsverfahren entworfen, die den einzelnen Gassen und ihren Verwaltungsmerkmalen besonders gerecht werden. Die Verfahren nutzen die Vorteile aus, die dezentrale Verfahren gegenüber zentralen Verfahren besitzen. Beispielsweise können Anbieter ihre Anforderungen, die auf ihr Unternehmen und ihre Kunden ausgerichtet sind, einfacher integrieren.

Dezentrale Verfahren bieten zudem die Möglichkeit durch unterschiedliche Anbieter am Markt, auch für Validierungsverfahren einen Wettbewerb zu gestalten und somit auf die Validie-

rungskosten Einfluss zu nehmen. Denn um konkurrenzfähig gegenüber anderen Lösungen zu sein ist, bei einem Infrastrukturprodukt wie ENUM, die Kostenkontrolle von entscheidender Bedeutung.

3.2.5 Revalidierung

Die Registrierung einer ENUM-Domain gilt grundsätzlich nur solange der ENUM-Domaininhaber Nutzungsberechtigter der zugeordneten Rufnummer ist, aber maximal für ein Jahr. Eine Verlängerung für jeweils ein weiteres Jahr ist möglich. Damit verbunden ist auch die Zusicherung des DENIC-Mitglieds, dass eine erneute Validierung stattgefunden hat. Das DENIC-Mitglied ist verpflichtet, zu jeder verwalteten ENUM-Domain eine positive Validierungsaussage, die nicht älter als zwölf Monate ist, vorzuhalten. Das bedeutet, alle zwölf Monate nach Vertragsabschluss oder Vertragsverlängerung ist eine Revalidierung vorzunehmen.

Für die Administration wird von der DENIC eG für das jeweilige Mitglied eine aktuelle Liste der ENUM-Domains und ihrer Laufzeit erstellt und dem Mitglied über einen Webserver zur Verfügung gestellt. Außerdem wird das DENIC-Mitglied wöchentlich informiert, welche ENUM-Domains in den nächsten Tagen auslaufen.

Da es sich bei der Revalidierung nur um eine erneute Bestätigung der Validierung handelt und dieses nur für den Fall greift, dass der ENUM-Domaininhaber seine vertraglichen Pflichten verletzt, ist dieses Verfahren einfacher gehalten als das initiale Validierungsverfahren, da es durch die Anfangsvalidierung identifizierte Kunden voraussetzt. Man unterscheidet aktive und passive Verfahren:

- **Aktives Verfahren**

Der ENUM-Domaininhaber wird vor Ablauf der Nutzungsberechtigung an einer ENUM-Domain über die notwendige Revalidierung informiert. Daraufhin muss er eine Rückmeldung an den ENUM-Domain-Registrar über die Fortdauer der Nutzungsberechtigung der Telefonrufnummer und der zugeordneten ENUM-Domain senden. Andernfalls wird der Registrar die ENUM-Domain bei der DENIC eG nicht verlängern.

- **Passives Verfahren**

Der ENUM-Domaininhaber wird vor Ablauf der Nutzungsberechtigung an einer ENUM-Domain über die notwendige Revalidierung informiert. Wenn der ENUM-Domaininhaber dieser Revalidierung nicht widerspricht, so führt der Registrar diese Verlängerung der Registrierung für ihn, zu den vertraglich vereinbarten Konditionen, durch.

Während des ENUM-Feldversuchs wurden insbesondere mit dem passiven Verfahren gute Erfahrungen gesammelt. Es kam zu regelmäßigen Mitteilungen der Kunden über die Weiternutzung oder Löschung der ENUM-Domains an den Registrar. Im ENUM-Wirkbetrieb sind die Registrierung und die Verlängerung der ENUM-Domain nach der Revalidierung bei der DENIC eG kostenpflichtig. Diese Kosten werden in der Regel vom DENIC-Mitglied an den Endkunden weitergegeben bzw. sind Teil eines anderen Vertragsverhältnisses zwischen dem Registrar und dem Kunden. Das Verfahren hat sich im Feldversuch bewährt und es war zu beobachten, dass nicht mehr genutzte ENUM-Domains ausliefen und genutzte über den Registrar regelmäßig auch verlängert wurden.

3.2.6 Validierungsdienstleister

Da es, wie auch schon unter 3.2.4 ausgeführt, keine zentrale Rufnummerndatenbank gibt, gibt es keine Möglichkeit, zentrale Validierungsdienste anzubieten. Als Ansatz wurde daher im Einklang mit entsprechenden internationalen Vorschlägen herausgearbeitet, die Validierung dezentral anzusiedeln. Die Validierung kann dabei zum einen durch die Registrare selbst oder durch spezialisierte Dritte, sog. Validierungsdienstleister – erfolgen.

Im ENUM-Feldversuch wurden für den Betrieb eines Validierungsdienstleisters verschiedene Lösungen entwickelt und den Feldversuchsteilnehmern vorgestellt. Nachfolgend werden zwei Realisierungen beschrieben, deren Entwicklung besonders weit fortgeschritten ist und die im ENUM-Feldversuch mit Erfolg eingesetzt wurden.

Validierungsagency der Deutschen Telekom

Das Verfahren des Konzernbereich T-Com der Deutschen Telekom bietet den am ENUM-Feldversuch teilnehmenden Registrare die Möglichkeit, Telefonnummern aus dem deutschen Rufnummernraum zu validieren.

Die Validierung erfolgt als Abgleich gegen die Datenbanken der T-Com, also im Rahmen von deren existierenden Kundenverhältnissen. Für die Validierung zugelassen sind bisher nur Rufnummern aus Ortsnetzbereichen der Telekom-Kunden. Als Prototyp kommt ein auf E-Mail basierendes System zum Einsatz. Dieser Prototyp kann nach Absprache mit den Feldversuchsteilnehmern noch weiter optimiert werden. Vom nutzenden Registrar wird erwartet, dass er eine Vereinbarung hinsichtlich der Anerkennung des Datenschutzes und der nicht kommerziellen Nutzung unterzeichnet. Zur Integration des Verfahrens in die Systeme anderer Anbieter liegen bis dato noch keine Ergebnisse vor.

Weitere Informationen zum Validierungssystem der Telekom finden sich auf der Projektseite <http://www.validierung-enum.de>.

Validierungslösung von Portunity

Die Portunity GmbH bietet seit Mai 2004 ein Callback-Verfahren an. Bei der Registrierung einer Nummer aus dem Mobilfunk-Bereich wird dazu (mit Hilfe eines web-basierten Assistenten) vom System automatisch eine SMS mit einem zufälligen Zahlencode erzeugt und an das Mobilfunkgerät der zu registrierenden Rufnummer geschickt. Bei Nicht-Mobilfunknummern erfolgt die Übermittlung des PIN-Codes nicht per SMS, sondern mittels eines Anrufs über das Festnetz, bei dem der Zahlencode über eine Text2Speech-Software dem Angerufenen „vorgelesen“ wird. Der Zahlencode wird anschließend web-basiert wieder abgefragt. Nur wenn der Zahlencode übereinstimmt, kann der web-basierte Assistent beendet werden, womit dann die Telefonnummer automatisch als ENUM-Domain-Registrierung bei der DENIC eG eingereicht wird.

Das realisierte Validierungsverfahren bietet den Vorteil, dass es sich automatisiert innerhalb weniger Minuten durchführen lässt, und dass es keine Rolle mehr spielt, bei welchem Telefonanbieter die Rufnummer geschaltet ist. Wichtig für den Masseneinsatz ist: Das Verfahren lässt sich kostengünstig durchführen und einfach implementieren.

Diese Validierungsmöglichkeit wird sowohl für Endkunden (<http://www.portunity.net/article16929-3087.html>), als auch für Reseller und Provider (<http://www.portunity.net/article17010-3083.html>) angeboten. Somit können auch andere Registrare dieses Verfahren in Eigenregie einsetzen, um ihre Kunden zu validieren.

Dieses Verfahren wird von Portunity zukünftig auch für Rufnummernblöcke angeboten. Handelt es sich beispielsweise bei der Telefonnummer um eine Rufnummerngasse (mit zehn Rufnummern) aus dem Festnetzbereich, dann ruft der Assistent bei zwei dieser Telefonnummern an und gibt dabei jeweils einen fünfstelligen Zahlencode durch. Bei größeren Rufnummerngassen werden entsprechend mehr Rufnummern abgefragt.

Weitere Informationen zum beschriebenen Verfahren erhält man unter: <http://www.enum-validierung.de>.

Das Verfahren der Portunity GmbH ist sowohl für bestehende Kundenverhältnisse als auch für Neukunden einsetzbar. Es zeichnet sich durch eine einfache Handhabung und leichte Implementierung aus und findet auf Endkundenseite bisher den mit Abstand größten Zuspruch.

Beide Validierungsverfahren zeigen deutlich, dass es von Vorteil ist, wenn die Validierung und die Wahl des Validierungsverfahrens in der Verantwortung des Registrars liegen. So können spezielle, auf das jeweilige Kundenverhältnis ausgerichtete Validierungsverfahren eingesetzt werden.

3.2.7 ENUM-COMPLAINT

Der Auftraggeber für einen Registrierungsauftrag sichert zu, dass er Nutzungsberechtigter einer Rufnummer ist bzw. in dessen Auftrag handelt. Nur dann kann er auch Domaininhaber der korrespondierenden ENUM-Domain werden. Die Nutzungsberechtigung wird im Rahmen der Validierung geprüft.

Für den Fall, dass eine ENUM-Domain trotzdem möglicherweise unberechtigt registriert wurde, hat die DENIC eG einen Prozess mit dem Namen ENUM-COMPLAINT entworfen. Der ENUM-COMPLAINT-Prozess ist als schnelles und effektives Verfahren gestaltet, um die Berechtigung für die Delegation einer ENUM-Domain im Einzelfall nachzuprüfen und gegebenenfalls zu handeln. Dieser Prozess wird zu Beginn des Wirkbetriebs zur Verfügung stehen.

Auftragsberechtigt für den ENUM-COMPLAINT-Prozess sind DENIC-Mitglieder, der Nutzungsberechtigter einer E.164-Rufnummer zu der korrespondierenden ENUM-Domain sowie Dritte soweit eine hinreichende Begründung vorliegt. Nach Prüfung des Auftrags sowie beigefügter Nachweise unterrichtet die DENIC eG das verwaltende Mitglied über das Vorliegen eines ENUM-COMPLAINT. Das DENIC-Mitglied legt der DENIC eG daraufhin die Nachweise über die Validierung der ENUM-Domain vor.

Nach Prüfung des Sachverhalts und der vorliegenden Nachweise entscheidet die DENIC eG umgehend über die ENUM-Domain-Delegation, kündigt ggf. den Domainvertrag und nimmt eine Dekonnectierung der ENUM-Domain vor. Die geplante Bearbeitungsdauer beträgt in der Regel zwei Werktage.

3.2.8 Fazit

Die Verwaltung der den E.164-Rufnummern zugeordneten ENUM-Domains orientiert sich an den Anforderungen, die sich aus den Spezifika eben dieser E.164-Rufnummern ergeben. Dies wurde bei der Gestaltung der ENUM-Domain-Prozesse explizit berücksichtigt. Insbesondere die Prozesse zur Validierung und Revalidierung von ENUM-Domains gewährleisten eine Synchronität von E.164-Rufnummer und ENUM-Domain.

Durch den Aufbau dezentraler Validierungsverfahren wird zum einen der Wettbewerb unter den Validierungsdienstleistern gefördert - mit einer positiven Auswirkung auf die Preisgestaltung und den Service. Zum anderen wurde im ENUM-Feldversuch als wichtiges Ergebnis herausgestellt, dass die Zuverlässigkeit der Validierungsverfahren durch den Einsatz dezentraler Verfahren erhöht wird.

Aufgrund der unterschiedlichen Rufnummernbereiche, die für die ENUM-Domainregistrierung zugelassen sind, gibt es nicht nur ein geeignetes Verfahren, sondern viele verschiedene Verfahren für die einzelnen Rufnummernbereiche. Hinzu kommen anbieterspezifische Voraussetzungen und die Berücksichtigung individueller Gegebenheiten, wie z. B. existierende Kundenbeziehungen, die in die Validierungsverfahren integriert werden können. Die Erbringung der Validierungsdienstleistung durch den Registrar (bzw. die von ihm beauftragte Validierungsagentur) gewährleistet eine genaue Kontrolle der ablaufenden Prozesse und somit eine weitere Sicherheitsunterstützung.

Im Fall einer fehlerhaften Registrierung steht das registrierende DENIC-Mitglied in der Verantwortung und hat die Pflicht, schnellstmöglich den Sachverhalt zu klären. Die DENIC eG unterstützt dies mit dem Prozess ENUM-COMPLAINT.

3.3 Datenschutz

Die Regelungen zur Speicherung der personenbezogenen Daten bei der DENIC eG sind den, in den aktuellen gesetzlichen Vorschriften enthaltenen datenschutzrechtlichen Bestimmungen, angepasst. Die Einhaltung der Gesetze und der einschlägigen Bestimmungen steht an vorderster Stelle.

Daher werden die personenbezogenen Daten der Nutzer nur aufgrund einer informierten Einwilligung zum Abruf bereitgestellt. Dies ist auch im Einklang mit internationalen Empfehlungen für den Betrieb von ENUM wie sie durch die International Working Group on Data Protection in Telecommunication [IWGDS 2004], [DENIC OB] geäußert wurden.

3.3.1 Datenmodell

Im ENUM-Feldversuch wurde ausgehend von den datenschutzrechtlichen Bestimmungen, ein Datenmodell für ENUM-Daten entworfen und im Betrieb angewendet. Hierbei wird zwischen operationalen Daten, Kontaktdaten und Kundendaten unterschieden. Operationale Daten sind Daten, die für den Betrieb der Infrastruktur notwendig sind. Kontaktdaten sind Daten für die Kontaktaufnahme zu den technischen und administrativen Ansprechpartnern. Kundendaten sind Daten, die im Rahmen der Vertragsbeziehung zwischen dem DENIC-Mitglied und dem ENUM-Domaininhaber erhoben werden. Tabelle 4 gibt einen Überblick über die resultierenden Zuständigkeiten und Daten im ENUM-Datenmodell für 9.4.e164.arpa.

Zuständigkeit	Beteiligte
Erhebung von Mitgliederdaten	DENIC eG
Erhebung von Kundendaten	DENIC-Mitglied
Validierung für Rufnummern	DENIC-Mitglied
Speicherung der administrativen Daten	Registrierungsstelle/ DENIC-Mitglied
Installation der technischen Infrastruktur	DENIC-Mitglied / Domaininhaber
Initiale Überprüfung und Speicherung der technischen Daten	Registrierungsstelle
Betrieb der zentralen Infrastruktur	Registrierungsstelle
Überprüfung der administrativen Daten	Domaininhaber

Tabelle 4: Zuständigkeiten im ENUM-Datenmodell für 9.4.e164.arpa

Datenerhebung für eine ENUM-Domain

Für die Verwaltung einer ENUM-Domain durch die DENIC eG müssen verschiedene Daten des ENUM-Domaininhabers und der technischen und administrativen Ansprechpartner durch das DENIC-Mitglied erhoben werden. Diese Daten sind in der Abbildung 9 zusammenfassend dargestellt.

ENUM-Domain Inhaberdaten

Für den ENUM-Domaininhaber müssen dessen vollständiger Name und Anschrift angegeben werden. Die Angabe einer Postfachadresse genügt nicht. Bei juristischen Personen muss die vollständige Firmenbezeichnung inklusive des Rechtsformzusatzes (wie etwa „GmbH“ oder „AG“) angegeben werden. Hat der ENUM-Domaininhaber seinen Sitz nicht in Deutschland, muss er einen administrativen Ansprechpartner mit Sitz in Deutschland benennen und für ihn eine zustellungsfähige Adresse angeben, die Angabe eines Postfach reicht auch hier nicht aus.

Für die Veröffentlichung dieser Daten kann der ENUM-Domaininhaber eine Zustimmung erteilen (Opt-In 1), in der erklärt wird, welche Daten öffentlich über den whois-Service (Kapitel 2.5.3) der DENIC eG abrufbar sein sollen.

Administrative Kontaktdaten

Der administrative Ansprechpartner ist der Bevollmächtigte des Domaininhabers, der berechtigt und verpflichtet ist, alle die Domain betreffenden Angelegenheiten verbindlich zu entscheiden. Der administrative Ansprechpartner und der Inhaber der Domain kann dieselbe Person sein, falls der Domaininhaber seinen Sitz nicht im Ausland hat. Für den administrativen Ansprechpartner sind Name, Anschrift, Telefonnummer sowie E-Mail-Adresse anzugeben. Hat der Domaininhaber seinen Sitz nicht in Deutschland, ist der administrative Ansprechpartner sein Zustellungsbevollmächtigter. In diesem Falle muss für ihn eine zustellungsfähige Anschrift angegeben werden, d. h. ein bloßes Postfach genügt nicht. Für .de-Domains sind diese Daten, bis auf die E-Mail-Adresse und die Telefonnummer, öffentlich über den whois-Service abfragbar. Alle administrativen Kontaktdaten werden wie auch die Inhaberdaten nur mit Zustimmung des Domaininhabers bzw. administrativen Ansprechpartner der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

Technische Kontaktdaten

Technische Kontaktdaten sind Name, Anschrift, Telefon- und Faxnummer sowie E-Mail-Adresse des technischen Ansprechpartners (tech-c) und des Zonenverwalters (zone-c). Für die Aufrechterhaltung des Betriebs der Infrastruktur ist es wichtig, bei Störungen schnell reagieren zu können und die verantwortlichen Ansprechpartner zügig zu kontaktieren. Daher ist es betrieblich notwendig, diese Daten öffentlich über den whois-Dienst bereitzustellen. Auch für ENUM wird diese aus dem .de-Betrieb bewährte Vorgehensweise beibehalten und sichert so eine reibungslose Kontaktaufnahme für den Fall einer Störung.

Kommunikationsdaten

Kommunikationsdaten sind die Daten, die für die Kommunikation zwischen den Nutzern über Kommunikationsdienste (Telefon, E-Mail, VoIP, ...) verwendet werden. Es handelt sich hierbei um Adressdaten wie Telefonnummer, E-Mail-, SIP-, Web-Adressen und andere mehr. Der Nutzer hat hier im Allgemeinen ein Interesse daran, diese Daten aktuell zu halten und seinen Kommunikationspartnern zur Verfügung zu stellen. Diese Daten können öffentlich abgefragt werden. Dennoch kann sich der einzelne Benutzer aufgrund von Datenschutzüberlegungen dazu entschließen, nur pseudonyme Daten bereit zu halten, wie dies in Abschnitt 3.3.3 beschrieben wird. Welche Einträge (Uniform Resource Identifier URI) der Naming Authority Pointer (NAPTR) Records zu einer ENUM-Domain hinterlegt werden, entscheidet der Domaininhaber. Dies wird als Opt-In 2 bezeichnet. [DENIC-05].

Diese Kommunikationsdaten werden auf der Tier-2-Ebene von den Registraren verwaltet und über deren Nameservice bereitgestellt. Es liegt im Ermessen des Endkunden, ob er diesen Dienst selbst erbringen möchte.

Abbildung 9: Analyse der Speicherung und Veröffentlichung von personenbezogenen Daten

Mitgliederdaten

Mitgliederdaten werden von der DENIC eG erhoben und dienen der Mitgliederverwaltung. Darüber hinaus werden die am ENUM-Feldversuch teilnehmenden Mitglieder auf den Webseiten der DENIC eG unter der URL http://www.denic.de/de/enum/teilnehmer_am_testbetrieb/enum.jsp genannt.

Weitere Daten (IP-Adressen, OpenPGP-Keys, spezielle E-Mail-Adressen, etc.) werden im Rahmen der Zugriffsberechtigungen und für die technische Zusammenarbeit erhoben.

Kundendaten

Zusätzliche Kundendaten, wie bereitgestellte Technik u.ä., die über die in Abbildung 9 genannten hinausgehen können, werden ggf. vom Registrar innerhalb des individuellen Kundenverhältnisses erhoben. Die Nutzung und Erhebung dieser Daten haben mit der ENUM-Domainregistrierung nicht unmittelbar zu tun. Datenschutzrelevante Einzelheiten sind in den Verträgen zwischen dem Registrar und dem Endkunden zu regeln.

Technische Daten

Der eigentliche Zweck hinter jeder ENUM-Domain-Registrierung ist der öffentliche Zugang der registrierten ENUM-Domain im weltweiten Domainnamesystem. Insoweit werden die dafür notwendigen technische Daten der autoritativen Nameserver einer ENUM-Domain entsprechend erhoben und im DNS zur Verfügung gestellt.

3.3.2 Öffentliche Informationsdienste für ENUM

Neben dem des ENUM-Standards zugrunde liegenden Domain Name Service (DNS) bietet die DENIC eG zusätzlich den whois-Dienst [RFC3912] ab dem Start des Wirkbetriebs für alle Internetnutzer an. Nachfolgend ist beschrieben, wie diese beiden Dienste aufgrund der Erkenntnisse aus dem .de-Betrieb und den Erfahrungen aus dem ENUM-Feldversuch bereitgestellt werden sollen.

whois

Die vorgeschlagenen ENUM-Domainrichtlinien [DENIC DR] der DENIC eG legen fest, welche Informationen im Rahmen des whois-Informationendienstes für die Veröffentlichung erforderlich sind. Entsprechend den Vorschlägen europäischer Datenschutzgremien [IWGDS 2004] werden nur die technisch notwendigen Informationen im whois-Dienst veröffentlicht. Zusätzliche administrative Informationen bedürfen der informierten Zustimmung des Domaininhabers (opt-in). Technisch notwendige Daten sind die ohnehin auch im DNS zugänglichen Informationen über die autoritativen Nameserver der ENUM-Domain sowie die Informationen zu den technischen Ansprechpartnern. Das Format der Ausgabe des whois-Dienstes selbst orientiert sich an den Standards aus dem Domainbereich. Beispiele für whois-Ausgaben sind in Anhang C dargestellt.

ENUM-DNS

Die DENIC eG betreibt auf Tier-1-Ebene die autoritativen Nameserver für die ENUM-Zone 9.4.e164.arpa und nimmt Delegationen für die darunter liegenden Rufnummern oder Rufnummernblöcke vor. Dabei werden über das ENUM-DNS Infrastrukturdaten und Kommunikationsdaten bereitgestellt.

- **Infrastrukturdaten**

Von der DENIC eG werden für jede registrierte ENUM-Domain die vom Domaininhaber genannten autoritativen Nameserver für diese eingetragen und über das DNS bereitgestellt: „Die ENUM-Domain wird delegiert.“ Vor jeder Delegation einer ENUM-Domain an die Tier-2-Ebene wird eine technische Funktionsprüfung der beauftragten Nameserver durchgeführt, um die technische Integrität der Zone sicherzustellen, aber auch um fehlerhafte Delegationen auszuschließen. Auf den

autoritativen Nameservern werden dann die eigentlichen Kommunikationsdaten für die ENUM-Domain zur Verfügung gestellt. Die Bereitstellung dieser Infrastrukturdaten ist für den technischen Betrieb zwingend notwendig.

- **Kommunikationsdaten**

Die ENUM-Service-Provider, die die Nameserver der ENUM-Domain auf Tier-2-Ebene betreiben, veröffentlichen in Absprache mit ihrem Kunden dessen Daten, die für die Kommunikation notwendig sind. Der ENUM-Domaininhaber kann frei wählen, welche Kommunikationsadressen unterhalb seiner ENUM-Domain angeboten werden und abrufbar sind. Somit steht es ihm offen, beliebige Diensteanbieter für Kommunikationsdienste zu nutzen. Aber auch aus Datenschutzgründen ist die Wahl der Kommunikationsadressen ein bemerkenswerter Punkt. DNS-Daten sind grundsätzlich öffentlich abrufbar. Daher kann es sinnvoll sein, an dieser Stelle mit pseudonymen Einträgen zu arbeiten, wie sie verschiedene Dienstleister bereitstellen. Diese Einträge lassen keinen direkten Rückschluss auf die Identität des Teilnehmers zu. Beispielsweise deutet der Eintrag

2.9.3.5.3.2.7.2.9.6.9.4.e164.arpa. IN NAPTR 100 10 "u" "e2u+sip" "!^.*\$! sip:joe.doe@iptel.org!" .

in der ENUM-DNS-Zone weder auf den tatsächlichen Namen des Anwenders noch auf den Arbeitgeber hin, sondern lediglich auf einen pseudonymen Account bei einem VoIP-Diensteanbieter. Weitere Adressdaten müssen nicht im ENUM-DNS vorgehalten werden, da Rufweiterleitungsmechanismen auch über den VoIP-Server vorgenommen werden. Der Grundsatz der Datenökonomie für personenbezogene Daten ist auch im DNS realisierbar.

3.3.3 Telefon-SPAM

Die offene Abrufbarkeit der ENUM-Daten über das DNS ist eine notwendige Voraussetzung für die Nutzung dieses Infrastrukturdienstes, um eine vom Anbieter unabhängige Kopplung der Kommunikationsteilnehmer zu ermöglichen. Jedoch wird gelegentlich im Zusammenhang mit SPAM bei Internet-Telefonie („SPIT“) die Gefahr der Nutzung der ENUM-DNS-Daten genannt.

Ebenso wie es möglich ist, das DNS systematisch nach erreichbaren Domains oder Adressen abzufragen, kann auch ein Rufnummernbereich sequentiell nach Teilnehmern überprüft werden, an die Mitteilungen gesendet werden können. Die Verhinderung unerwünschter Werbemitteilungen sollte daher als ein generelles Problem bei der Vergünstigung der Telefonie bzw. der Internet-Telefonie und nicht als ENUM-Spezifikum gesehen werden. Denn je günstiger Telefongespräche durchgeführt werden können, desto eher rechnet sich SPIT.

Durch den Einsatz der VoIP-Technologie könnten sich die Schutzmöglichkeiten für den VoIP-Benutzer gegenüber Telefonie-SPAM im öffentlichen Telefonnetz aber auch verbessern. Aufgrund der vielfältigen Filter-Möglichkeiten, die VoIP-Server heute bieten, liegt es in der Hand der Diensteanbieter, dafür Anwendungen zu schaffen. Durch einfach handhabbare Benutzeroberflächen sollte es für die Kunden möglich werden, ihre Erreichbarkeit so zu konfigurieren, dass unverlangte Werbeanrufe nicht zu ihnen durchgestellt, sondern allenfalls noch auf einen Anrufbeantworter geschickt werden. Maßnahmen wie Source-Filtering, Grey- und Whitelists, Authentisierung und viele mehr stehen hier im Prinzip bereit. Wenn diese Maßnahmen erfolgreich sind, bietet sich eine zentrale Verwaltung, Filterung und Weiterleitung aller Gespräche auf einem System an. ENUM stellt hierbei für die Telefonie ein wichtiges Bindeglied als Brücke zwischen dem öffentlichen Telefonnetz und dem Internet dar. Technologiehinweise zu möglichen Verfahren gegen Telefonspam wurden auf dem dritten ENUM-Tag der DENIC eG vorgestellt http://www.denic.de/media/pdf/enum/veranstaltungen/ENUM_Tag_DENIC_04_snom.pdf.

3.3.4 Fazit

Datenschutz ist für den ENUM-Anwender ein wichtiges Thema und wurde daher im Feldversuch intensiv untersucht. Durch die Einhaltung der gesetzlichen Regelungen zum Datenschutz und aufgrund einer informierten Einwilligung der zum Abruf bereitgestellten Daten durch den Benutzer ist ein umfassender Schutz der persönlichen Daten für die Teilnehmer bei ENUM sichergestellt.

3.4 Rechtliche Aspekte

3.4.1 Telekommunikationsgesetz

Die Vorschriften des TKG sind bezüglich ENUM nicht einschlägig, denn die DENIC eG:

1. erbringt keine Telekommunikationsdienste und wirkt daran nicht mit,
2. vergibt keine Rufnummern und stellt auch keine bereit,
3. stellt keine Telekommunikationsanschlüsse für Rufnummern, die von anderen vergeben werden, bereit.

Die DENIC eG bietet einen Domain Name Service-Auskunftsdienst an. Über diesen können Informationen zu den bestimmten Rufnummern zugeordneten ENUM-Domains abgefragt werden. Wie im Kapitel 2.5.1 beschrieben wurde, veröffentlicht die DENIC eG hierzu nur die delegierten Name-server, welche wiederum befragt werden müssen, um tatsächliche Kontaktdaten zu erhalten. Die Herstellung der eigentlichen Verbindung und damit die Übertragung von Signalen, die nach dem TKG die Telekommunikation ausmacht, erfolgt sodann ohne Beteiligung der DENIC eG. Dementsprechend fallen bei der DENIC eG auch keinerlei Daten an, wie sie etwa im Rahmen von § 111 TKG von Bedeutung wären.

3.4.2 Auskunftersuchen der Sicherheitsbehörden

Die DENIC eG erfüllt Auskunftersuchen Dritter (mithin auch von Sicherheitsbehörden) im Rahmen der allgemeinen Gesetze, sofern und soweit die DENIC eG tatsächlich und rechtlich dazu in der Lage ist.

3.4.3 Deutsches Recht

Die DENIC eG ist eine in Deutschland ansässige Genossenschaft. Insofern gilt für sie deutsches Recht. Ebenso werden die Verträge zwischen der DENIC eG und ihren Mitgliedern die Geltung deutschen Rechts festschreiben. Im Hinblick auf die Verträge zwischen der DENIC eG und den ENUM-Domaininhabern ist eine Festschreibung deutschen Rechts, da die Domaininhaber häufig Privatpersonen sein werden, möglicherweise schwierig; jedoch ist ohnehin damit zu rechnen, dass nahezu alle ENUM-Domaininhaber ihren Sitz in Deutschland haben werden und damit auch ohne ausdrückliche Regelung deutsches Recht gilt. Im Hinblick auf das öffentliche Recht ist im übrigen darauf hinzuweisen, dass seine Geltung durch zivilrechtliche Vereinbarung ohnehin weder festgeschrieben noch ausgeschlossen werden kann.

3.5 Wettbewerb

Eine Voraussetzung für einen funktionierenden Markt ist der Wettbewerb. Dieser ist für die spätere Preisgestaltung und die Markttransparenz ein wichtiges Kriterium. Da ENUM nur eine von vielen

Lösungen ist, um die Brücke zwischen dem Internet und der Telefonie zu schlagen, werden im Folgenden sowohl die Alternativen beschrieben, welche im Wettbewerb zu ENUM stehen, als auch die wettbewerblichen Aspekte von ENUM selbst.

3.5.1 Wettbewerbliche Aspekte von ENUM

Tier 0

ENUM unter e164.arpa wird auch als User-ENUM bezeichnet, da hier die Initiative zur Registrierung der ENUM-Domain vom Nutzer der Rufnummer ausgeht. In Anlehnung an den [RFC3761] werden auch außerhalb der ENUM Top Level Domain e164.arpa unterschiedliche Systeme zur Abbildung von Rufnummern auf Internetdomains bereitgestellt.¹⁹ Dazu gehören

- Public-ENUM, welches Telefonrufnummernabbildung unter anderen Top Level Domains meint und
- Carrier-ENUM, welches für ENUM in privaten Netzen von Netzbetreibern steht.

Solche Systeme sind zum Teil nur lokal zugänglich und werden hauptsächlich zum Least-Cost-Routing eingesetzt. Die Vorgehensweise, um eine Telefonnummer in eine solche Domain umzuwandeln, ist ähnlich wie bei User-ENUM.

Die momentane Entwicklung zeigt, dass parallel zur Tier-1-Ebene national wie auch international eine starke Wettbewerbssituation auftritt. Die zu User-ENUM konkurrierenden Systeme und Ansätze werden im Folgenden vorgestellt.

Tier 1

Mit der Erweiterung der Aufgaben der DENIC eG auf den Betrieb der ENUM-Domain werden die vom .de-Betrieb bewährten Prinzipien auch auf ENUM angewendet. Auf der Tier-1-Ebene wird ein stabiler, sicherer und effizienter Infrastrukturbetrieb zum Wohle aller Internetteilnehmer garantiert. Experimente in anderen ENUM-Trials zeigen die Schwierigkeit der Aufsplittung des Tier-1-Bereichs in mehrere Tier-1-Registrierungsstellen für einen Rufnummernbereich²⁰. Der Betrieb wird aufgrund der parallel aufzubauenden und zu betreibenden Infrastruktur komplexer, aufwändiger und teurer. In allen diesen Experimenten wurde auch darauf verzichtet, die technischen Datenbank gemeinsam zu betreiben, sondern es wurde immer ein Ansatz gewählt, dass ein Betreiber einen Teilbereich verwaltet (also z.B. eine Registry die Domains mit den Anfangszahlen 0-4 und eine andere die Anfangszahlen 5-9). Insoweit findet auch bei diesen Ansätzen kein wirklicher Wettbewerb auf Tier-1-Ebene statt, da eine ENUM-Registrierung nur bei der Registry möglich ist, welche für eigene Domains zuständig ist. Im deutschen ENUM-Feldversuch wurde daher zugunsten des schlanken Single-Tier-1-Modells ein solcher Ansatz nicht erwogen.

Tier 2

Auf Tier-2-Ebene stehen die genossenschaftlichen Mitglieder untereinander im Wettbewerb. Das Anbieten von innovativen Diensten zu Preisen, die der Markt bestimmt, wird somit gefördert.

¹⁹ Es handelt sich hierbei um keine offiziellen, international gültigen ENUM-Einträge im Sinne von [RFC3761].

²⁰ In Großbritannien teilen sich drei Unternehmen die Tier-1-Registry. In den USA umfasst der +1-Rufnummernraum mehrere Staaten, denen der Zugang über eine Registry zur jeweiligen ENUM-Domain unter 1.e164.arpa zur Verfügung gestellt werden soll.

3.5.2 Alternativen zu ENUM

Public-ENUM

Der Aufbau von Verzeichnissen außerhalb e164.arpa ist eine internationale Alternative zum Ansatz User-ENUM unter e164.arpa. Als Top Level Domain ist im Prinzip jede beliebige Domain denkbar. Verschiedene Anbieter sind hier bereits auf dem Markt oder haben sich für diesen Markt engagiert:

E164.org

Bei diesem von einer australischen Gruppe betriebenen Dienst können Nutzer ihre Rufnummer ohne großen Aufwand schon jetzt unter der Domain e164.org als ENUM-Domain eintragen lassen. Die Rufnummernvalidierung erfolgt nach der Anmeldung der Rufnummer über ein rückrufbasiertes PIN-Verfahren. Die PIN ist zur Bestätigung über die Webseite des Anbieters einzugeben. Weitere Informationen unter <http://www.e164.org>.

.tel

Ein Versuch, der 2004 großes öffentliches Aufsehen erregte, war die Bewerbung um die Top Level Domain .tel bei ICANN. Um den Betrieb als internationale Registrierungsstelle hatten sich zehn Unternehmen, darunter die bekannte VoIP-Firma Pulver.com, beworben. Jeff Pulver, CEO von Pulver.com, wollte unter .tel ein auf ENUM basierendes Verzeichnis aufbauen. Dem Antrag auf die Registrierung der TLD .tel wurde von ICANN zwar bisher noch nicht entsprochen, was allerdings nicht bedeutet, dass das zugrunde liegende Konzept scheitert.

Die Marktvorteile dieser freien Anbieter sind:

- Keine Beschränkungen bzgl. nationaler Regulierung.
- Möglichkeit der schnellen Umsetzung.
- Sehr großer Benutzerkreis aufgrund der internationalen Ausrichtung.

Die Nachteile entstehen dem Benutzer für den Fall, dass das Verzeichnis nicht angemessen verwaltet wird. Werden hierbei die nationalen Rufnummernpläne nicht berücksichtigt oder die Abbildung der Rufnummer nicht nach sorgfältiger Validierung vorgenommen, entstehen Inkonsistenzen. Offen ist auch die Frage, welcher Hersteller die jeweilige Domain in sein Produkt einbindet bzw. in welcher Suchreihenfolge die Bäume (e164.arpa, e164.org, e164.info usw.) durchlaufen werden. Befindet sich eine Teilnehmerrufnummer mit unterschiedlichen Kommunikationseinträgen in mehreren Bäumen, dann ist das Ergebnis aus Anwendersicht nicht vorhersehbar.

.mobi

Seit Ende 2004 hat ICANN einem Konsortium von Softwareanbietern und Carriern, dem u.a. Microsoft, Sun, Orange und T-Mobile angehören, die Registrierung von Domains unterhalb der TLD .mobi eingeräumt. Auch hier ist damit zu rechnen, dass ENUM-ähnliche Konzepte für einen eingeschränkten Nutzerkreis angeboten werden.

Carrier-ENUM

Carrier-ENUM wird in privaten Netzen der Netzbetreiber betrieben. Die ENUM-DNS-Daten der Netzbetreiber sind vom öffentlichen Internet aus nicht zugänglich. Mit der ENUM-Technologie werden von den Netzbetreibern Vermittlungsfunktionen realisiert. Daher stellt Carrier-ENUM auch keinen End-to-End-Dienst zur Verfügung. Es dient nicht der Adressierung des Endkunden, sondern primär dem Auffinden von Zielnetzen.

Da Carrier-ENUM-Anwendungen nicht öffentlich sind, können sie im Prinzip auch auf einer privaten Instanz des DNS aufsetzen, d. h. die Netzbetreiber könnten einen zweiten, privaten Baum mit der Domain e164.arpa für ihre Zwecke anlegen.

Beispiele für Carrier-ENUM sind:

- E164.com: Weitere Informationen unter <http://www.e164.com>.
- Xconnect.net: Verbindung von VoIP-Inseln. Weitere Informationen unter <http://www.xconnect.net>.
- E164.info: Dies ist ein zentrales Verzeichnis für Rufnummern. Einzelne VoIP-Provider importieren ihre Rufnummerninformationen in dieses private Verzeichnis und stellen so allen daran beteiligten Teilnehmern dieser Peering Group Informationen für das Call-Routing zur Verfügung²¹. Weitere Informationen unter <https://www.e164.info>.

Die Zusammenschaltung einzelner VoIP-Netze bietet dem Kunden der daran beteiligten Netzbetreiber den Vorteil, Teilnehmer anderer Netzbetreiber kostengünstig zu erreichen. Attraktiv ist dies für die Anbieter u. a. wegen der Kundenbindung. In der Presse erregte dies anfangs erhebliches Aufsehen. Mittlerweile lässt das Medieninteresse nach, da es viele VoIP-Inseln gibt und diese Zusammenschaltungen für den Kunden nicht immer nur Vorteile bieten.

Für den Endbenutzer führt die Zusammenschaltung von einzelnen VoIP-Inseln mitunter zur Verwirrung:

Zum Teil müssen spezielle Nummern von den Teilnehmern vorgewählt werden, um andere Netze zu erreichen. Dies ist aufwändig. Wird hingegen die Nummer eines Teilnehmers aus einem fremden Netz gewählt, welches nicht am Peering teilnimmt, so wird das Gespräch kostenpflichtig über das PSTN vermittelt, auch wenn es sich bei beiden Gesprächspartnern um VoIP-Teilnehmer handelt. Der Anrufer bemerkt die kostenpflichtige Vermittlung des Gespräches über das PSTN in der Regel erst auf der Telefonrechnung.

Für die Adressierung der Teilnehmer wird neben SIP-Adressen auch mit Telefonnummern gearbeitet. Die Anbieter treten an dieser Stelle als Netzbetreiber auf. Hinderlich ist, dass Kunden mit dem Wunsch auf Anbieterwechsel diese „zugeleiteten“ Rufnummern nicht portieren können. Ebenso steht die Möglichkeit der Nutzung von ENUM für die Erreichbarkeit aus dem Internet nicht zur Verfügung und darf vom Kunden nach Ansicht der Anbieter auch nicht verwendet werden.

In den größer werdenden VoIP-Netzen besteht die Gefahr, dass Adressen mit einer Ähnlichkeit zu Telefonrufnummern von den Betreibern verwaltet werden, die mit dem Nutzungsberechtigten der E.164-Rufnummer in keiner Verbindung stehen. Dies führt allgemein zu Missverständnissen.

Im Gegensatz zu proprietären Technologien bietet User-ENUM als international standardisiertes Protokoll eine definierte Basis, die allen Netzbetreibern und Endbenutzern zur Verfügung steht - sofern für die jeweilige Telefonvorwahl ENUM-Domains unter e164.arpa verfügbar sind. Dennoch entscheiden sich Netzbetreiber derzeit für privates Peering, um beim Start in das VoIP-Geschäft von Beginn an dabei zu sein und eine starke Kundenbindung zu erreichen.

Weitere Systeme

Alternative Technologien für die Adressierung sind verfügbar und am Markt vertreten. Die Akzeptanz bei den Anwendern richtet sich nach den unterstützten Dienstmerkmalen, den Kosten, den Sicherheitseigenschaften, den Softwarequalitäten und der Verbreitung der Technologie. Exemplarisch werden hier Gatekeeper-basierte System und DUNDI betrachtet.

²¹ Unter Peering versteht man die Zusammenschaltung von Datenleitungen mit dem Ziel des Datenaustauschs. Unter privatem Peering bei Voice over IP ist gemeint, dass einzelne Netzbetreiber basierend auf Verträgen den VoIP-Datenverkehr von anderen VoIP-Netzbetreibern entgegen nehmen und zustellen.

Gatekeeper

Noch aus den Anfängen der Voice over IP-Technologie herrührend, sind Strukturen mit einem zentralen Gatekeeper verbreitet. Dieser führt Funktionen zur Authentisierung und Autorisierung der Teilnehmer durch und nimmt die Auflösung der Adressen und Präfixes sämtlicher angeschlossener Einrichtungen vor. Solche Gatekeeper-basierte zentrale Lösungen sind immer noch häufig zu finden, gerade in großen Organisationen.

Als Nachteil der Gatekeeper-Systeme gilt, dass die Lösungen in ihrer Skalierbarkeit begrenzt sind und als zentrale Komponente einen „Single Point of Failure“ darstellen. Unterschiedliche Standorte müssen jeweils über diesen zentralen Gatekeeper gekoppelt werden. Empfohlen wird hier, die Systeme um die dezentrale Auflösung von Rufnummern mit ENUM zu erweitern [DFN 2003].

DUNDI

DUNDI <http://www.dundi.com> steht für „Distributed Universal Number Discovery“ und ist ein dezentrales System, basierend auf einer Peer2Peer-Struktur²². Es gibt bei DUNDI keine übergeordnete verantwortliche Stelle wie im ENUM-DNS. Stattdessen werden benachbarte DUNDI-Clients, welche sich über eine Endadresse identifizieren, zusammengeschlossen. Die einzelnen Clients werden lokal verwaltet und repräsentieren einzelne Telefonrufnummernverzeichnisse.

Das Hauptproblem bei DUNDI ist, wie innerhalb eines globalen E.164-Kontextes eine Einhaltung der Rufnummernpläne erreicht werden kann und mit welcher Fehlerfreiheit die einzelnen Rufnummern angeboten werden. Bei ENUM wird dies durch das hierarchische System gewährleistet. Vertrauensvolle Organisationen verwalten bei ENUM den Betrieb von der Erbringung des Name Service bis zur Rufnummernvalidierung. Bei DUNDI hingegen ist jeder Anbieter auf das Vertrauen in die Peering-Partner angewiesen [EC 2004].

3.5.3 Fazit

Zu ENUM gibt es unterschiedliche Konkurrenzsysteme, die derzeit versuchen, sich auf dem Markt zu etablieren. Die Vorteile, die ENUM unter e164.arpa bietet, wurden im deutschen und in vielen internationalen Feldversuchen herausgearbeitet. In Konkurrenz zu den anderen Systemen kann ENUM aber erst treten, wenn ENUM in einem Wirkbetrieb am Markt ist. Bis dahin haben die anderen Systeme einen Vorsprung am Markt. Bei der Benutzerakzeptanz ist die Verfügbarkeit eines Produktes ein wichtiges Argument. Ein baldiger Wirkbetrieb ist daher eine wichtige Voraussetzung für einen erfolgreichen Markteintritt von ENUM.

Basierend auf den Erfahrungen aus dem .de-Bereich lässt sich für den Endkundenmarkt an ENUM-Dienstleistungen ein hohes Maß an Wettbewerb zwischen den Diensteanbietern prognostizieren. Der diskriminierungsfreie Zugang zu den Registrierungsservices und das neutrale Verhalten der DENIC eG werden das Entstehen eines aktiven Marktes fördern.

3.6 Protokollentwicklung

Von der DENIC eG wurde die Protokollentwicklung zu ENUM bei der Internet Engineering Task Force (IETF) intensiv verfolgt und unterstützt. Das Voranschreiten der Standardisierung kann über die ENUM Working Group bei der IETF insbesondere über deren Mailingliste enum@ietf.org verfolgt werden [IETF ENUM]. DENIC-Mitarbeiter nahmen regelmäßig an den dreimal im Jahr stattfindenden internationalen Konferenzen teil. Über die Ergebnisse und das Fortschreiten in der Proto-

²² Unter Peer2Peer Systemen werden dezentrale System verstanden, die dem Benutzer Zugriff auf Informationen oder weitere Ressourcen geben.

kollentwicklung wurden die ENUM-Feldversuchsteilnehmer über die Quartalsberichte unterrichtet. Eine aktuelle Beschreibung der Internet-Drafts und Internet-Standards ist auf den Webseiten der DENIC eG unter der URL

http://www.denic.de/de/enum/technische_informationen/standards_und_drafts/ abgelegt.

[RFC3761] ist ein Internetstandard mit dem Status: „Proposed Standard“. Das bedeutet, dass der Standard stabil, seine Anforderungen und seine Ausgestaltung mit allen Interessierten abgestimmt ist. Der nächste Schritt zu einem offiziellen Standard ist die Bereitstellung verschiedener unabhängiger Implementierungen. Einige davon sind bereits in verschiedenen Anwendungen realisiert und es liegen mehrere Erfahrungsberichte vor. Dies sind gute Voraussetzungen für die nächste Standardisierungsstufe als „Draft Standard“.

[RFC3761] wird ergänzt von Dokumenten, die die Standardisierung der einzelnen ENUM-Services festlegen. Diese ENUM-Services werden benötigt, um Kommunikationsadressen der unterschiedlichen Kommunikationsdienste über die Naming Authority Pointer (NAPTR) abrufbar zu machen. Mittlerweile sind schon einige dieser ENUM-Services bei der IANA [IANA ES] definiert und eine große Anzahl befindet sich im Entwurfszustand. Mit einer baldigen Standardisierung ist zu rechnen, z. B. für E-Mail, Web-Telefonkonferenzen, Fax, MMS, EMS und SMS. Tabelle 2 listet die bei der IANA registrierten ENUM-Services und ihren Anwendungsbereich auf,

Anwendung	ENUM-Service
Voice over IP	sip, sips, h323
Präsenz-Dienste	Pres
Web und Dateiübertragungsdienste	web:http, web:https, ft:ftp

Tabelle 2: Bei der IANA registrierte ENUM-Service

Die Interpretation und Auswertung der NAPTR-Records und des darin enthaltenen Feldes enum-service ist durch die Standards [RFC3403] und [RFC3761] festgelegt. Um die Entwickler bei der Implementierung von interoperablen Diensten und Anwendungen zu unterstützen, wurde auch von ETSI ein Dokument mit Empfehlungen und praxisrelevanten Hinweisen vorgelegt [ETSI TS1]. Weiter wurde von ETSI ein Plugtest veranstaltet auf dem Hersteller und Entwickler die Interoperabilität ihrer Hardware, Software, den Anwendungen und Diensten unter Beweis stellen konnten (siehe Kapitel 2.6.3.3) [ETSI 2005].

3.6.1 Fazit

Der Internetstandard für ENUM [RFC3761] ist eine stabile Grundlage für die Implementierung von ENUM in Anwendungen und Diensten. Die DENIC eG verfolgt die Weiterentwicklung des ENUM-Protokolls sehr intensiv und beteiligt sich auch aktiv daran.

3.7 ENUM-Betrieb

Auf der Grundlage der Erkenntnisse aus dem ENUM-Feldversuch und in Anlehnung an die Referenzarchitektur (Abbildung 3) hat die DENIC eG ein ENUM-Betriebsmodell für 9.4.e164.arpa entwickelt.

Wichtig bei der Erarbeitung war die Beteiligung aller Interessengruppen und die Berücksichtigung der Kundenerwartungen an ein Produkt wie ENUM. Die hierarchische Verwaltung der unterschiedlichen Tiers, die hier aufgezeigt wird, ist in den Grundlagen in Kapitel 1 erläutert.

3.7.1 ENUM-Betriebsmodell

Das Modell zeichnet sich durch eine starke Verteilung der Zuständigkeiten und eine klare Zuweisung von Verantwortlichkeiten aus. Die Grundlage hierfür ist das in Kapitel 3.3.1 vorgestellte Datenmodell.

In Abbildung 10 ist das ENUM-Betriebsmodell für 9.4.e164.arpa mit allen daran teilnehmenden Parteien dargestellt.

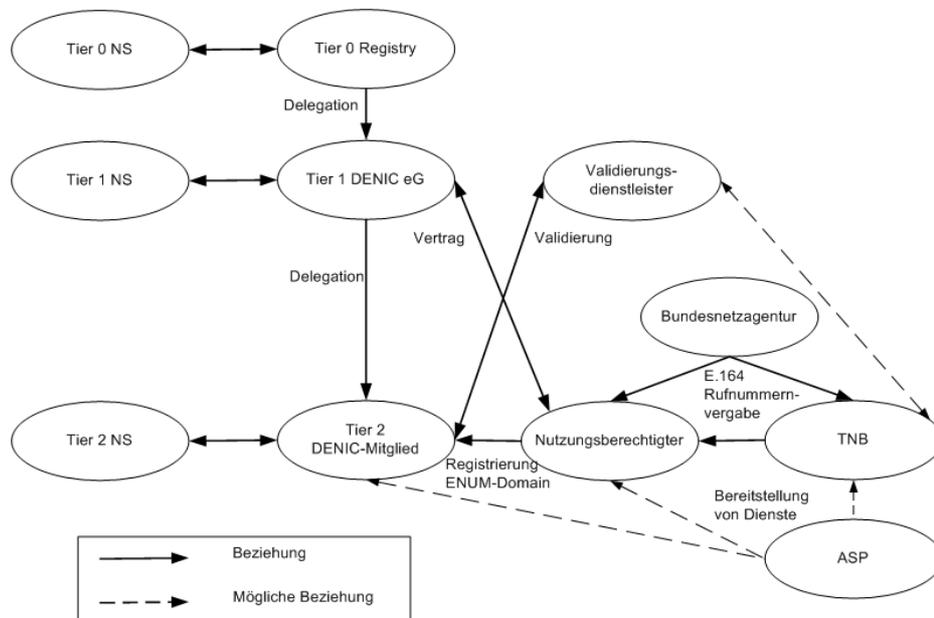


Abbildung 10: ENUM-Betriebsmodell für 9.4.e164.arpa

Die der Tier 0 untergeordnete Tier-1-Schicht wird in einem Single Tier-1-Modell betrieben. Dies ermöglicht eine effiziente Bereitstellung der DNS- und ENUM-Registrar-Dienste. Der auf diesem Modell aufbauende Betrieb ist in der „Betriebspolicy für 9.4.e164.arpa“ beschrieben [DENIC BP]. Der Wettbewerb findet auf der Tier-2-Ebene statt. Zum einen zwischen den Registraren und den ENUM-Service-Providern, zum anderen zwischen den Validierungsdienstleistern. Durch diesen Wettbewerb wird erreicht, dass eine Vielzahl an Dienstleistungen in Konkurrenz zueinander erbracht werden, was positive Auswirkungen auf den Preis und die Qualität der Produkte haben wird. Dies ist ein wichtiges Kriterium für die erfolgreiche Etablierung von ENUM am Markt. Daneben muss den Erwartungen der Kunden entsprochen werden, die neben Ausfallsicherheit und Effizienz des Betriebs einen günstigen Service verlangen.

Betrachtet man dieses Modell unter dem Aspekt des Erschließens neuer Geschäftsfelder am Markt, so ist die Verbindung von Validierungsdienstleistern und dem Registrar auf Tier-2-Ebene besondere Beachtung zu schenken. Da der Validierungsdienstleister nicht notwendigerweise der Registrar sein muss, unterstützt dieses Modell die Etablierung von unabhängigen Validierungsdienstleistern.

3.7.2 Fazit

ENUM soll für 9.4.e164.arpa innerhalb eines schlanken Modells betrieben werden. Die Prozesse, die sich auf dieses Modell stützen, sind kostengünstig, tauglich für einen Massenbetrieb und effizient. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die auf allen Ebenen zu gewährleistende Sicherheit und Qualität der Produkte. Dies wird durch den Wettbewerb auf der Tier-2-Ebene für ENUM-Domain-Registrare und Validierungsdienstleister erreicht.

4 Schlussfolgerungen aus dem Feldversuch

Der ENUM-Feldversuch bei der DENIC eG hat zweifelsfrei und überzeugend demonstriert, dass ENUM die Anwendungs- und Marktreife erreicht hat. Alle im Zusammenhang mit dieser neuen Kommunikationstechnologie aufgeworfenen Fragen wurden während des Feldversuchs intensiv bearbeitet und einvernehmliche und praktikable Lösungen gefunden. Ermöglicht wurde dies durch die enge und fruchtbare Zusammenarbeit zwischen allen am Feldversuch Beteiligten.

Damit ist der Zeitpunkt gekommen, die Testphase zu beenden und bruchlos in einen endgültigen Wirkbetrieb überzugehen. Der Zeitpunkt ist günstig, da das zunehmende Interesse an VoIP mit seinen rasant wachsenden Nutzerzahlen die schnelle Marktdurchdringung von ENUM fördert. Die Erfahrungen aus dem deutschen Feldversuch, ähnlich wie die aus anderen Ländern (wie z. B. Österreich) belegen, dass eine zu lange Testphase lähmend wirkt, wenn die technischen, operativen und administrativen Fragen einmal geklärt sind. Produktentwicklung findet in Feldversuchen nur zögerlich statt. Entwicklungen wie Carrier-ENUM zeigen, dass ein Bedarf für die schnelle und unkomplizierte Übermittlung von Kommunikationsdaten vorhanden ist, der sich jedoch Alternativlösungen sucht, wenn sich der Weg zu einem gemeinsamen Industriestandard als zu schwierig erweist.

Durch diese verschiedenen Alternativansätze (siehe Kapitel 3.5.2 für Details) existiert schon jetzt ein Wettbewerb im Markt für VoIP-Konvergenzlösungen. ENUM ist nicht die einzige Option, für die sich der Nutzer entscheiden kann. Somit ist eine Regulierung weder notwendig noch sinnvoll, sondern schadet eher. Aufgrund der positiven Erfahrungen aus der Selbstorganisation der Industrie im Domainbereich generell hat der Gesetzgeber im TKG festgelegt, dass die Organisation desselben auch in Zukunft privatwirtschaftlich erfolgen soll, insoweit besteht für eine Regulierung der ENUM-Domains neben der fehlenden Notwendigkeit auch keine rechtliche Grundlage. Ebenso wie bei der bewährten Verwaltung im Bereich der .de-Domains haben die betroffene Industrie und die DENIC eG die Initiative ergriffen. Alle Beteiligte haben gemeinsam den Trial durchgeführt, einvernehmlich ein Betriebsmodell entwickelt und entsprechende Ressourcen bereitgestellt. Es ist daher im gemeinsamen Interesse aller Beteiligten am Feldversuch, wenn die entwickelten Vorschläge möglichst bald umgesetzt werden.

Zudem gilt: Für die Domainverwaltung benötigt man Erfahrung und Kompetenz. Die Nutzer erwarten – zu Recht – eine jederzeitige Erreichbarkeit, korrekte und aktuelle Daten sowie einen schnellen und umfassenden Service. Die DENIC eG hat dieses Know-how in mehr als zehnjähriger Arbeit und durch die Verwaltung von über 9 Millionen .de-Domains erworben. Ein gleich hoher Standard konnte in den letzten Jahren für die ENUM-Domains gewährleistet werden. Das dazu notwendige Zusammenspiel zwischen den verschiedenen Beteiligten – Registrierungsstelle, Registrare, ENUM-Service-Provider und Rufnummerninhaber – ist in seinen Abläufen erprobt und etabliert. Das während des Feldversuchs erarbeitete Betriebsmodell für ENUM, mit der Verteilung der Verantwortlichkeiten und der definierten Rollen der einzelnen Parteien, kann leicht auf den Wirkbetrieb übertragen werden. Die notwendige technische Infrastruktur ist bei der DENIC vorhanden und einsatzbereit. Nun müssen nur noch die Konditionen für diesen Wirkbetrieb so gestaltet werden, dass ENUM als attraktives Produkt angeboten werden kann.

Aus dem ENUM-Feldversuch ergeben sich somit folgende Schlussfolgerungen

- Ein stabiler, sicherer und effizienter Betrieb, wie ihn die DENIC eG und ihre Mitglieder gewährleisten, ist eine Grundvoraussetzung für die erfolgreiche Einführung und Nutzung von ENUM in Deutschland.
- Ein unbürokratischer Zugang zu der Ressource und ein kostengünstiger Preis sind die Grundlagen für ENUM als Produkt auf einem Massenmarkt.

- Ein längeres Warten auf den ENUM-Wirksamkeit wird die Akzeptanz der Technologie beeinträchtigen.

Literatur

- [DENIC BP] DENIC eG, ENUM-Betriebspolicy Version 1.0, Juli 2005.
- [DENIC RB] DENIC eG - Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post, Vertrag über den ENUM-Testbetrieb, <http://www.denic.de/media/pdf/enum/ENUM-vertrag.pdf>, August 2003.
- [DENIC QB] DENIC eG, Quartalsberichte zum ENUM Feldversuch 2003 – 2005, http://www.denic.de/de/enum/aktuelle_arbeit/quartalsberichte/Quartalsberichte.html
- [DENIC DR] DENIC eG ENUM-Domainrichtlinien, August 2005, <http://www.denic.de/enum/de/richtlinien.html>
- [DENIC DB] DENIC eG ENUM-Domainbedingungen, August 2005, <http://www.denic.de/enum/de/bedingungen.html>
- [DENIC WH] Dokumentation zum Informationsdienst whois. 21. April 2005. <http://www.denic.de/media/pdf/dokumente/DENIC-12p.pdf>
- [DFN 2003] DFN Mitteilungen, Heft 62, Juni 2003, <http://www.dfn.de/content/fileadmin/5Presse/DFNMitteilungen/heft62.pdf>
- [DRP 2005] Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post. Der Nummernraum für das öffentliche Telefonnetz / ISDN in Deutschland. Januar 2005, http://www.regtp.de/reg_tele/start/in_05-06-01-00-00_m/fs.html
- [DRP 2005] Bundesnetzagentur. Der Nummernraum für das öffentliche Telefonnetz / ISDN in Deutschland. Januar 2005. <http://www.bundesnetzagentur.de/enid/7db2300d2059ad257213604025624859,0/1hz.html>
- [EC 2004] ENUM Center. Digium präsentiert DUNDi - Konkurrenz, Ergänzung oder Alternative zu ENUM? <http://www.enum-center.de/article19903-1856.html>
- [ETSI 2005] ETSI Plugtest 2005, Press Release: http://www.etsi.org/pressroom/Previous/2005/2005_06_enum.htm, Website: <http://www.etsi.org/plugtests/History/2005ENUM.htm>
- [ETSI TS1] ETSI TS 102 172 V1.2.1 Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Minimum requirements for interoperability of ENUM implementations, April 2005, http://webapp.etsi.org/WorkProgram/Report_WorkItem.asp?WKI_ID=20591
- [ETSI TS2] ETSI TS 102 172 V1.1.1 Services and Protocols for Advanced Networks (SPAN); Minimum requirements for interoperability of European ENUM trials.
- [IANA ES] Standardisierte ENUM-Services bei der IANA, <http://www.iana.org/assignments/enum-services>

- [ENUM OP] Instructions to the RIPE NCC regarding operations of the domain e164.arpa, <http://www.ripe.net/enum/instructions.html>
- [IETF ENUM] Telephone Number Mapping (enum) Working Group, <http://www.ietf.org/html.charters/enum-charter.html>
- [ITU-T ENUM] ITU-T Study Group 2, ENUM administration ad interim, 24 February 2005, <http://www.itu.int/ITU-T/inr/enum/procedures.html>
- [IWGDS 2004] International Working Group on Data Protection in Telecommunication. Working Paper on potential privacy risks associated with the introduction of the ENUM service. 2. – 3. September 2003, http://www.datenschutz-berlin.de/doc/int/iwgdp/enum_en.pdf
- [RFC1486] M. Rose, C. Malamud, An Experiment in Remote Printing, July 1993.
- [RFC1034] P. Mockapetris, Domain Names - Concepts and Facilities, November 1987.
- [RFC1035] P. Mockapetris, Domain Names - Implementation and Specification, November 1987.
- [RFC2440] J. Callas et al, OpenPGP Message Format, November 1998.
- [RFC2916] P. Faltstrom, E.164 number and DNS, Cisco Systems Inc., September 2000.
- [RFC3261] J. Rosenberg et al, SIP: Session Initiation Protocol, June 2002.
- [RFC3401-3405] M. Mealling, Dynamic Delegation Discovery System (DDDS), October 2002.
- [RFC3707] A. Newton, Cross Registry Internet Service Protocol (CRISP) Requirements, VeriSign, Inc., February 2004.
- [RFC3761] P. Faltstrom, M. Mealling, "The E.164 to Uniform Resource Identifiers (URI) Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Application (ENUM)", April 2004.
- [RFC3912] L. Daigle, WHOIS Protocol Specification, September 2004.
- [TKG 2004] BGBl I 2004, 1190, Telekommunikationsgesetz TKG, 22. Juni 2004.

Anhang

A Veranstaltungen

Veranstaltung	Datum	Ort
Voice On the Net (VON)	9. - 12. Juni .2003	London
57. IETF	13. – 18. Juli 2003	Wien
58. IETF	9. - 14. November 2003	Minneapolis
60. IETF	4. August 2004	San Diego
61. IETF	7.- 12. November 2004	Washington D.C.
62. IETF	6.-11. März 2005	Minneapolis
46. RIPE	1.- 5. September 2003	Amsterdam
48. RIPE	3.- 7. Mai 2004	Amsterdam
49. RIPE	24. September 2004	Manchester
50. RIPE	2.- 6. Mai 20.05	Stockholm
1. ETSI-Workshop	24. Februar 2004	Sophia Antipolis
2. ETSI-Workshop	29.- 30. November .2004	Sophia Antipolis
ETSI Plugtest-Vorbereitung	14.- 15. April 2005	Wien
Domainpulse	3. - 4. Februar. 2004	Zürich
Domainpulse	5. - 6. Februar 2005	Wien
ENUM-Summit	28. - 29. Juni 2005	Miami

Tabelle 3: Konferenzteilnahmen der DENIC eG

Veranstaltung	Datum	Vortragstitel
42. DFN Betriebstagung	22. – 23. Februar 2005	<i>ENUM – eine Nummer für alle Dienste</i>
18. DFN-Arbeitstagung	1. – 4. Juni 2004	<i>ENUM – Der Brückenschlag zwischen den Telefoniewelten</i>
Universität Freiburg	5. Juli 2004	ENUM - Eine Nummer für alle Dienste
ECO	14. Juli 2004	<i>Der ENUM Feldversuch für 9.4.e164.arpa bei der DENIC</i>
GUUG	14. – 18. Januar 2005	<i>ENUM- a practical view, ENUM at DENIC</i>
ZKI RZ-Leitertreffen	8. März 2005	<i>ENUM- Der Brückenschlag zwischen Telefonie und Internet</i>
Communication Commission of KENIA	23. März 2005	<i>DENIC and the German ENUM-Trial</i>
CNNIC: China Internet Network Information Center	20. Juni 2005	<i>DENIC and the German ENUM-Trial</i>
International ENUM-Summit	27. Juni 2005	<i>ENUM in Germany</i>

Tabelle 4: Aktive Unterstützung von Veranstaltungen durch die DENIC eG

DFN-Betriebstagung

Das [Deutsche Forschungsnetz](http://www.dfn.de/content/de/) (DFN) <http://www.dfn.de/content/de/> ist das von der Wissenschaft selbst verwaltete Hochleistungsnetz für Wissenschaft und Forschung in Deutschland. Es verbindet Hochschulen und Forschungseinrichtungen miteinander und unterstützt die Entwicklung und Erprobung neuer Anwendungen innerhalb der Internet Community in Deutschland. Der DFN-Verein hat bereits 2003 prototypisch ENUM implementiert. Ein Status-Update über den ENUM-Feldversuch und die Aussicht auf den ENUM-Wirkbetrieb waren wichtige Informationen für die Teilnehmer auf der Betriebstagung.

DFN-Arbeitstagung

Die DFN-Arbeitstagung ist die zentrale wissenschaftliche Fortbildungsveranstaltung des Vereins zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes und besteht traditionell aus einem Tutorium und einer Fachtagung. Der im Anschluss an diese Tagung erschienene Tagungsband (GI-Edition - Lecture Notes in Informatics) enthält den zur ENUM-Präsentation begleitenden Artikel „ENUM - Der Brückenschlag zwischen Telefonie und Internet“. http://www.denic.de/media/pdf/enum/berichte/Dieterle_Blank_DFN_Artikel.pdf

ECO-Forum

Zum Thema „VoIP – auf der Schwelle zur Marktreife“ veranstaltete das ECO-Forum <http://www.eco.de> als Interessenvertretung der deutschen Internetwirtschaft eine Podiumsdiskussion. Sehr deutlich wurden hier die verschiedenen Sichtweisen von Herstellern, VoIP-Anbietern und Endkunden. Während für VoIP-Anbieter zunächst die Penetration des Marktes mit Breitband oberste Priorität hatte, waren für die Endkunden Informationen zu Anwendungen und Services wichtiger.

GUUG-Telephony Summit

Beim German Unix User Group (GUUG) - Telephony Summit <http://www.guug.de/veranstaltungen/telephony-summit-2005/> trafen sich Entwickler von Open Source-Softwarelösungen und Anbieter von Telefondiensten. Die Entwickler wurden über die Möglichkeiten von ENUM und dessen Implementierung informiert.

ENUM-Summit:

Hierbei handelt es sich um eine Konferenzveranstaltung auf der nationale und internationale Organisationen, die ENUM vorantreiben, Standardisierungsgremien, nationale Regulierer, Regierungsvertreter, Telefonnetzbetreiber, ISPs und ESPs die technischen sowie wirtschaftlichen Aspekte von ENUM im Detail vorstellten und diskutierten.

B ENUM-Produkte, -Anwendungen und -Dienste

Produkte
Software
Asterisk, Open Source Software Telefonanlage, http://www.asterisk.org/
SIP Express Router, http://www.iptel.org/ser/ , Open Source Software SIP-Router
OpenH323 Open Source Implementierung des ITU-T Standards H.323, http://www.openh323.org
GNU Gatekeeper, (H.323 Gatekeeper), http://www.gnugk.org/
GnomeMeeting H.323-Software Telefon, http://www.gnomemeeting.org
Vovida Open Source Software Telefon System, Vovida Networks, Inc., http://www.vovida.org
Linphone Open Source Telefon auf Linux Basis, http://www.linphone.org
ENUM-DNS-Server
Bind vom ISC, http://www.isc.org
PowerDNS, http://www.powerdns.com
Nominum CNS, http://www.nominum.com
MyDNS, http://mydns.bboy.net mit NAPTR Unterstützung, http://freshmeat.net/redirect/mydns-naptr/57564/url_homepage/mydns-and-naptr.html
Netnumber, ENUM Master and Edge Server, http://www.e164.com/products/server.jsp
Software - Pakete für Entwickler
reSIProcate http://freshmeat.net/projects/resip/ , Objekt orientierter SIP Stack in C++ für Windows und Linux. http://www.sipfoundry.org/reSIPProcate/ . Beinhaltet DNS Abfragemöglichkeit mit Unterstützung von NAPTR und SRV-Records.
Perl DNS Resolver Module Net-DNS-0.53 , http://search.cpan.org/~olaf/Net-DNS-0.53/lib/Net/DNS/Nameserver.pm
Perl Modul, DNS Programmcode, Net-DNS-Codes-0.08 , http://search.cpan.org/author/MIKER/Net-DNS-Codes-0.08/Codes.pm
Japan NIC, http://jprs.co.jp/enum/software/software.html , ENUM-Client Bibliothek in der Programmiersprache Perl, ENUM SDK, ENUM Registrierungssystem.
Registrar-Software
NASK, Registry – Registrar Schnittstelle, Erweiterung des Extensible Provisioning Protocol (EPP) – Protokolls auf ENUM, http://www.dns.pl/english/ENUM/
ENUM.at, http://enum.nic.at/software/ , Beispielportal für die Pflege von ENUM-Domains.
Hardware
SNOM IP-Telefon, SNOM Technology AG, http://www.snom.com
FRITZ!Box Fon, FRITZ!Box Fon WLAN, AVM GmbH, ENUM-Lookup in Vorbereitung. http://www.avm.de
Innovaphone Hardware Telefonanlage, Innovaphone AG, http://www.innovaphone.de/webneu2/de_index.asp
VoiceCenter Fusion Servers, Voxeo, http://www.voxeo.com/products/turnkey-ivr-server-turnkey-voicexml-server.jsp

ENUM-Anwendungen

ENUM-Realisierungen

Institutszentrum Birlinghoven (IZB, <http://www.izb.fhg.de>): Verknüpfung von Voice-over-IP Inseln, <http://www.denic.de/de/enum/anwendungspotential/Szenario1.html>

T-Systems Nova, ESP SOAP-Connector, vierter Newsletter, ENUM-Service-Provider SOAP Schnittstelle zur Konfiguration von NAPTR-Records, <http://www.enum-trial.de/>, http://www.denic.de/de/enum/anwendungspotential/sz_t-system.html

Portunity, Rufweiterleitung mit ENUM, <http://www.enum-center.de/article19456-1856.html>

Monduno, <http://www.monduno.com/>, Mit Asterisk ENUM und VoIP realisieren, <http://www.denic.de/de/enum/anwendungspotential/Monduno.html>

Pilot Projekt VoIP Universität des Saarlandes, VoIP-Service für alle Studierenden, <http://www.rz.uni-saarland.de/projekte/VoIP/>, <http://www.denic.de/de/enum/anwendungspotential/Uni-Saarland.html>

ENUM-Szenarien

DENIC eG: Erreichbarkeit der (0)32 Rufnummerngasse über das Internet, <http://www.denic.de/de/enum/anwendungspotential/032-rufnummern.html>

DENIC eG: Rufweiterleitung mit ENUM, <http://www.denic.de/de/enum/anwendungspotential/rufweiterleitung.html>

T-Systems, <http://www.enum-trial.de/>, Newsletter 7., FollowMe Client für Mobiltelefone, Whitepaper: http://www.enum-trial.de/docs/ENUM-Trial_Projekt-FollowMe_v1_0.pdf - Administration der ENUM-Domain über ein Mobiltelefon. Whitepaper: http://www.enum-trial.de/docs/ENUM-Trial_Projekt-Handy-Client_v1_0.pdf

dtms AG – Portunity, Kostenlose Erreichbarkeit von ENUM-Rufnummern aus dem Festnetz, <http://www.enum-center.de/article22800-1856.html>

dtms AG, ENUM Abfrage durch den Netzbetreiber. Der „TNB / Mobilfunk“ – Case. http://www.denic.de/media/pdf/enum/veranstaltungen/ENUM_800_Denic_280904.pdf

Georg von Zezschwitz: ENUM-Szenario mit der Unterstützung von Bluetooth, <http://www.denic.de/de/enum/anwendungspotential/bluetooth.html>

Anwendungen mit Pilotcharakter

Kapsch Carriercom ENUM-Client Software für Windows, http://www.kapsch.net/CarrierCom/de/4627_DEU_HTMLExtranetCD.htm

NASK, ENUM-Client für mobile Geräte, <http://www.dns.pl/english/ENUM/others.html>

NGN Szenarien von Netnumber, <http://www.netnumber.com/openum/openum.jsp>

ENUM.at, generischer Gateway, http://enum.nic.at/documents/AETP/Presentations/Other/0042-ENUM-based_services.ppt

Netnumber, ENUM-Client SDK für Java oder C, <http://www.e164.com/developer/home.jsp>

AOSA, ENUM-Client Software für Windows, http://www.aosa.at/de/pages/1_4_0.htm

Voxeo IVR - Voxeo VoiceCenter, SIP / VOIP Konferenz und, Sprachdialogsystem (Interactive Voice Response - IVR) mit Unterstützung von VoiceXML, CCXML, und ENUM. <http://www.voxeo.com/products/turnkey-ivr-server-turnkey-voicexml-server.jsp>

Dienste
ENUM-DNS-Dienste
Portunity, http://portunity.net/
NetNumber – ENUM Verzeichnisdienste für die Internet Telefonie-Industrie, http://www.netnumber.com
Sentiro, http://www.sentiro.com/
Teaked, http://www.tekea.com/
ENUM-DNS-Management
Lucent – Voice over IP OSS Software für Service-Provider, http://www.lucent.com/solutions/oss_software_for_voip.html
AG Projects, Managed DNS Services, <u>NGN Service Plattform auf SIP</u> , http://www.ag-projects.com/ManagedDNS.html
AG Projects, NGN Routing Engine, http://www.ag-projects.com/ENUM.html
Netnumber, Online Werkzeug für Accountverwaltung, ENUM-Domain Pflege, Reporting, http://www.netnumber.com/developer/home.jsp
ENUM-Lookup
ENUM Center.de, http://www.enum-center.de
T-Systems, http://www.enum-trial.de
Sentiro's ENUM lookup webpage http://www.enum2go.com
Alex Mayrhofer's ENUM lookup webpage http://nona.net/features/enum/
Adrian Georgescu's Managed DNS lookup webpage, https://secure.dns-hosting.info/enum_lookup.phtml
The Voice Peering Fabric – ENUM Lookup Page, http://www.thevpf.com/ , http://www.thevpf.com/?action=enum
Kapsch Carrier, ENUM Query Client für Windows, http://www.kapsch.net/CarrierCom/de/4624_DEU_HTMLExtranetCD.htm
ENUM-Domain-Registrierung
Eine aktuelle Liste mit den Mitgliedern der DENIC eG, die sich aktiv mit Registrierungsdienstleistungen am Feldversuch zur Ländervorwahl +49 betiligen, wird unter der URL http://www.denic.de/de/enum/teilnehmer_am_testbetrieb/enum.jsp von der DENIC eG gepflegt. Augenblicklich bieten 60 Mitglieder die Registrierung von ENUM-Domains an.
Anbieter von VoIP mit ENUM-Unterstützung
Iptel.org, http://www.iptel.org
monduno, http://www.monduno.com
AG-Projects, http://www.ag-projects.com
dus.net, http://dus.net
SipSNIP, http://www.sipsnip.com/de/
PURtel, http://purtel.com
The Voice Peering Fabric, http://www.thevpf.com
Blue Lava Software, http://www.bluelavasoftware.com
Tiscali, http://www.tiscali.de

Informationsseiten

DENIC eG, <http://www.denic.de/de/enum/>

ENUM AT, <http://www.enum.at>

Enum-Center, <http://www.enum-center.de>

VoIP Wiki, <http://www.voip-info.org/wiki-ENUM>

IETF, <http://www.ietf.org/html.charters/enum-charter.html>.

ITU, <http://www.itu.int/osg/spu/enum/>

Richard Stastny, <http://voipandenum.blogspot.com/>

Sipcenter, <http://www.sipcenter.com/sip.nsf/html/ENUM+Services>

Die Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, gibt aber einen Überblick und wird regelmäßig um aktuelle Links auf der Webseite der DENIC eG <http://www.denic.de/de/enum/anwendungspotential/> erweitert.

C Öffentliche whois Ausgaben

Beispielabfrage zur Telefonrufnummer: +49 69 123 456

Default Ausgabe:

ENUM-Domainsdaten

Domain: 6.5.4.3.2.1.9.6.9.4.e164.arpa
Letzte Aktualisierung: 05.09.2005

Technischer Ansprechpartner, Zonenverwalter

Der technische Ansprechpartner (tech-c) betreut die ENUM-Domain 6.5.4.3.2.1.9.6.9.4.e164.arpa in technischer Hinsicht.

Der Zonenverwalter (zone-c) betreut die Nameserver der ENUM-Domain 6.5.4.3.2.1.9.6.9.4.e164.arpa.

Name:	Beispielprovider
Kontakttyp:	ROLE
Adresse:	Platz 26
PLZ:	60330
Stadt:	Frankfurt
Land:	DE
Telefon:	+49 69 11111-111
Telefax:	+49 69 11111-112
E-Mail:	isp@example.com
Remarks:	Information: http://www.example.com Questions: mailto:ops@example.com Tel.: 0180 1111111 (pro Anruf 1 Gebuehreneinheit)

Technische Daten

Nameserver: ns1.example.com.
Nameserver: ns2.example.com.
Nameserver: ns3.example.com.

Erweiterte Ausgabe nach Zustimmung des ENUM-Domaininhabers:

ENUM-Domainsdaten

Domain: 6.5.4.3.2.1.9.6.9.4.e164.arpa
Letzte Aktualisierung: 05.09.2005

ENUM-Domaininhaber

Der ENUM-Domaininhaber ist der Vertragspartner der DENIC und damit der an der ENUM-Domain materiell Berechtigte.

Name und Adresse:	Karl Mustermann Wiesenstraße 20 60329 Frankfurt DE
Telefon:	+49 69 123-456
Telefax:	+49 69 123-457
E-Mail:	mustermann@de-beispieldomain.de

Administrativer Ansprechpartner

Der administrative Ansprechpartner (admin-c) ist die vom ENUM-Domaininhaber benannte natürliche Person, die als sein Bevollmächtigter berechtigt und gegenüber DENIC auch verpflichtet ist, sämtliche die ENUM-Domain 6.5.4.3.2.1.9.6.9.4.e164.arpa betreffenden Angelegenheiten verbindlich zu entscheiden.

Name:	Karl Mustermann
Kontakttyp:	PERSON
Adresse:	Wiesenstraße 20
PLZ:	60329
Stadt:	Frankfurt
Land:	DE

Technischer Ansprechpartner, Zonenverwalter

Der technische Ansprechpartner (tech-c) betreut die ENUM-Domain 6.5.4.3.2.1.9.6.9.4.e164.arpa in technischer Hinsicht.

Der Zonenverwalter (zone-c) betreut die Nameserver der ENUM-Domain 6.5.4.3.2.1.9.6.9.4.e164.arpa.

Name:	Beispielprovider
Kontakttyp:	ROLE
Adresse:	Platz 26
PLZ:	60330
Stadt:	Frankfurt
Land:	DE
Telefon:	+49 69 11111-111
Telefax:	+49 69 11111-112
E-Mail:	isp@example.com
Remarks:	Information: http://www.example.com Questions: mailto:ops@example.com Tel.: 0180 1111111 (pro Anruf 1 Gebuehreneinheit)

Technische Daten

Nameserver:	ns1.example.com.
Nameserver:	ns2.example.com.
Nameserver:	ns3.example.com.

D Abkürzungsverzeichnis

ASP	Application Service Provider
CPU	Central Processing Unit
CCTLD	Country code Top Level Domain
DENIC	DENIC Domainverwaltungs- und Betriebsgesellschaft eG
DMZ	Demilitarisierte Zone
DNS	Domain Name System
ENUM	Telefon number mapping
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
IAB	Internet Architecture Board
ICANN	Internet Corporation For Assigned Names and Numbers
IETF	Internet Engineering Task Force
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISP	Internet-Service-Provider
ESP	ENUM-Service-Provider
ITU	International Telecommunication Union
MRI	Mail Registry Interface
NAPTR	Naming Authority Pointer
NS	Name Service
PBX	Private Branch Exchange
PSTN	Public Switched Telephone Network
RFC	Request For Comments
RIPE NCC	Réseaux IP Européens Network Coordination Centre
RRI	Realtime Registry Interface
SAN	Storage Area Network
TNB	Teilnehmernetzbetreiber
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
VoIP	Voice over IP