

ENUM im Testbetrieb

Konvergenz von Daten- und Telefonnetzen

Projektbearbeitung:

Dr. Volker Leib

nexus-Institut

Otto-Suhr-Allee 59

10585 Berlin

leib@nexus-institut.de

Projektleitung:

Dr. Jeanette Hofmann

Prof. Dr. Meinolf Dierkes

Wissenschaftszentrum Berlin

für Sozialforschung

Reichpietschufer 50

10785 Berlin

Mai 2005

Executive Summary

ENUM (Telephone **N**umber **M**apping) ist ein offener Internet-Standard und stellt eine inkrementelle Innovation dar, denn die Technologie baut auf dem Rufnummernplan der International Telecommunication Union (ITU) einerseits und dem Internet Domain Name System (DNS) andererseits auf. Das ENUM-Protokoll ermöglicht die Umwandlung von Telefonnummern in Domainnamen und die Nutzung des Domain Name System als Datenbank, um die Adressen verschiedenster Kommunikationsdienste zu speichern. ENUM ist ein Baustein in der Konvergenz von Telefonnetz und Internet, wodurch der traditionell wichtigste Telekommunikationsdienst – die Telefonie – grundlegend verändert wird. Die Sprachkommunikation wird durch die Integration in das Internet zur Computeranwendung, die mit anderen Internet-Anwendungen kombiniert werden kann. Daher bietet eine Technologie wie ENUM, mit der die Adressräume des Telefonnetzes und des Internet verbunden werden können, Chancen für Innovationen im Bereich konvergierender Kommunikationsnetze.

Der Beginn des ENUM-Testbetriebs im Jahre 2002 bot den Anlass, die sozialwissenschaftliche Begleitforschung zu diesem Thema aufzunehmen. Die Untersuchung von ENUM im Rahmen der Innovations- und Technikanalyse (ITA) ermittelt die Chancen, aber auch mögliche Risiken von ENUM, und zeigt Handlungsoptionen für die Regulierungs- und Innovationspolitik auf. Der vorliegende Forschungsbericht befasst sich mit den Betriebsmodellen, der Governancestruktur und dem Innovationspotential von ENUM. Für die empirische Analyse wurden die Feldversuche in Deutschland, Österreich, Großbritannien und in den USA ausgewählt.

Der aktuelle Stand Anfang 2005 könnte unterschiedlicher nicht sein. Österreich hat den Versuch beendet und den Wirkbetrieb aufgenommen. In Deutschland läuft der ENUM-Trial weiter, während er in Großbritannien unterbrochen wurde. Dagegen hat der offizielle Versuchsbetrieb in den USA noch gar nicht begonnen und soll nun im Frühjahr 2005 aufgenommen werden. Diesen Zustand hätte vor drei Jahren niemand erwartet. Dafür, dass sich ENUM nach wie vor im Entwicklungsstadium befindet, gibt es mehrere Gründe. Erstens dauerte der Standardisierungsprozess länger als geplant. Zweitens stellte sich heraus, dass manche Fragen wie die Validierung von Rufnummern komplexer als angenommen waren. Drittens ging die Technikentwicklung von Leitbildern aus, die sich als unpraktikabel und unattraktiv erwiesen. Viertens kam die Produktentwicklung kaum in Gang, weil die Feldversuche nur unsichere Rahmenbedingungen bieten können.

Trotzdem ist ENUM durch die Feldversuche vorangekommen und hat wichtige Schritte auf dem Weg zur Marktreife zurückgelegt. Die wichtigsten Erkenntnisse aus den Feldversuchen betreffen zunächst das ENUM-Betriebsmodell. Es hat sich gezeigt, dass die Architektur des Domain Name System technisch eine Struktur vorgibt, die organisatorisch nicht umgangen werden kann. Das Standard-Betriebsmodell für das öffentliche ENUM ist das „Golden Tree“-Modell, wobei

durch weltweite Koordination ein einziger Verzeichnisbaum mit jeweils singulären Registerbetreibern gepflegt wird. Das „GoldenTree“-Modell bietet Sicherheit, Stabilität und Vertrauen und ist daher die beste Basis für ENUM-Innovationen. Das alternative Modell mehrerer konkurrierender ENUM-Verzeichnisse („Silver Trees“) ist nicht geeignet, die Integrität der Adressräume zu bewahren, und stellt keine verlässliche Grundlage für die ENUM-Technikentwicklung dar.

Das zweite Hauptergebnis betrifft den Betreiber des nationalen ENUM-Registers. Die Verwaltungen der Ländercode-Domains sind als „natürliche“ Betreiber der nationalen ENUM-Register anzusehen. In Deutschland wird der Versuchsbetrieb von der DENIC e. G. ausgeführt. Ihre Aktivität hat die Aufmerksamkeit für ENUM in Deutschland konzentriert, so dass die DENIC zum Zentrum eines „innovativen Milieus“ geworden ist, in dem Austausch und Neukombination von Wissen und Lernen stattfindet. Die DENIC bildet eine „Brückeninstitution“, die Akteure aus verschiedenen Wissens- und Denkkulturen zusammenbringt und so die organisatorische, institutionelle und kognitive Vielfalt fördert. Als Forum und Nährboden für ENUM-Innovationen geht die Tätigkeit der DENIC weit über das technisch Notwendige hinaus, so dass aus der Perspektive der Innovations- und Technikanalyse die dauerhafte Ansiedlung des Betriebs der deutschen ENUM-Domäne bei der DENIC aus sozialwissenschaftlichen und innovationspolitischen Gründen sinnvoll erscheint.

Als drittes wichtiges Ergebnis hat sich gezeigt, dass der rechtzeitige Übergang in den Wirkbetrieb notwendig ist, um ENUM-Innovationen zu stimulieren und vermarktbar zu machen. Bei Verzögerung des Wirkbetriebs manövrieren sich Staat und Wirtschaft gegenseitig in einen Abwarterzirkel, wenn der Staat auf die weitere Entwicklung der ENUM-Technologie wartet, während die Wirtschaft auf die rechtlichen Rahmenbedingungen wartet, um Sicherheit für Produktentwicklungen, Investitionen und Vermarktung zu haben. Das Fehlen verlässlicher und dauerhafter staatlicher Rahmenbedingungen entwickelt sich so zum Innovationshindernis.

Aus den Ergebnissen folgt als Handlungsoption für die Regulierungs- und Innovationspolitik, dass der Übergang in den ENUM-Wirkbetrieb möglichst rasch umgesetzt werden sollte. Auf der nationalen Ebene bedarf es dazu der Feststellung, dass der Feldversuch hinreichende Ergebnisse erbracht hat. Davon ausgehend müssen der Registerbetreiber bestimmt werden und die vertraglichen Rahmenbedingungen festgelegt werden. Auf der internationalen Ebene hat sich das Verfahren, um ENUM-Domänen zu delegieren, bewährt. Nach drei Jahren des Testbetriebs ist die pfadabhängige Entwicklung bereits so weit fortgeschritten, dass das Verfahren auf Dauer gestellt werden sollte. Die deutsche Politik in der ITU sollte daher die ENUM-Domäne e164.arpa unterstützen und die Fertigstellung der ITU-Empfehlung zu ENUM vorantreiben, um auch auf internationaler Ebene möglichst rasch verlässliche Rahmenbedingungen für ENUM herzustellen. Zugespitzt formuliert: Das öffentliche ENUM wird es unter e164.arpa geben oder es wird ENUM überhaupt nicht geben.

(Stand der Daten und Redaktionsschluss: Februar 2005)

Inhaltsverzeichnis

Executive Summary	ii
Tabellen- und Abbildungsverzeichnis	vi
Abkürzungsverzeichnis.....	vii
1 Einleitung.....	1
1.1 Einordnung des Untersuchungsgegenstandes in den technologischen Wandel der Kommunikationsnetze	1
1.2 Forschung über ENUM aus der Perspektive der Innovations- und Technikanalyse	2
1.3 Der Aufbau der Untersuchung	4
2 Die ENUM-Technologie in der Konvergenz von Internet und Telefonnetz	7
2.1 ENUM im Kontext: Welcher Konvergenz-Trend ist gemeint?	7
2.2 Das ENUM-Protokoll als offener Internet-Standard	9
2.3 Die Funktionalität von ENUM.....	11
2.3.1 Die „Telefondomain“: Die Umwandlung einer Telefonnummer in einen Domainnamen mit ENUM.....	11
2.3.2 Die Speicherung von Kommunikationsadressen im Domain Name System: ENUM Services und NAPTR-Management.....	12
2.4 Das technische Betriebsmodell: Das Domain Name System und der ENUM-„Golden Tree“	15
3 Internationale Koordination für ENUM: Telefonwelt trifft Internetwelt	19
3.1 Internationale ENUM-Governance.....	19
3.1.1 Die techno-politische Governancessstruktur: interorganisatorische Kooperation	19
3.1.2 Die Top Level Domain .arpa und ihre Verwendung für ENUM	23
3.2 Der Delegationsprozess und der Stand der autorisierten ENUM-Delegationen	27
3.3 Die Rolle europäischer Organisationen im ENUM-Testbetrieb.....	32
4 Der ENUM-Versuchsbetrieb in Deutschland im Vergleich zu Österreich, Großbritannien und den USA	35
4.1 Zur Fallanalyse: Indikatoren zur Beurteilung der nationalen ENUM-Feldversuche	35
4.2 Die regulatorischen Rahmenbedingungen und die nationale Marktsituation für ENUM	36
4.2.1 Staatliche Nummernverwaltung und Domainnamen	37
4.2.2 Durchdringung der Vergleichsländer mit Internet-Breitbandzugängen	41

4.3	Initiation und Intention der ENUM-Feldversuche in den Vergleichsländern.....	43
4.4	Die Implementation des technischen ENUM-Betriebsmodells	51
4.5	Akteurkonstellation und Nutzerbeteiligung in den nationalen ENUM-Trials	54
4.6	Generelle Probleme in den ENUM-Trials.....	60
4.6.1	Datenschutz und informationelle Selbstbestimmung der Nutzer	60
4.6.2	Validierung der vergebenen Rufnummern – oder neue Nummern?	63
4.7	Der aktuelle Stand der ENUM-Feldversuche.....	66
5	ENUM-Anwendungen und Dienste: Leitbilder und Innovationen.....	69
5.1	Die ursprünglichen Leitbilder und Nutzungsszenarien von ENUM	69
5.2	ENUM und Internet-Telefonie/VoIP	73
5.3	Carrier ENUM (Infrastructure ENUM)	76
5.4	Enterprise ENUM.....	80
5.5	End User ENUM.....	82
6	Diskussion der Ergebnisse: technische Gegebenheiten und politische Gestaltungsmöglichkeiten für ENUM	87
6.1	Das ENUM-Betriebsmodell: Gibt es Alternativen zum „Golden Tree“?.....	87
6.2	Das Innovationspotential von ENUM: „Kein Markt unter dieser Nummer“?.....	90
6.3	Innovations- und Regulierungspolitik: Staatliche Handlungsoptionen für ENUM	95
6.3.1	Konvergenz der Netze – Diversität der Regulierungsstrukturen?.....	95
6.3.2	Regulierungspolitik im Spannungsfeld zwischen Innovationssteuerung und Wettbewerbsförderung.....	99
6.3.3	Nationale und internationale Politik für den Übergang zum ENUM-Wirktbetrieb.	102
7	Ausblick: Mit ENUM auf dem Weg in die All-IP-World?	107
	Literaturverzeichnis	111
	Anhang.....	123
	Requests for Comments (RFCs)	123
	ENUM-Weblinks.....	124

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tabelle 1: Dimensionen der Konvergenz	8
Tabelle 2: ENUM-Services	13
Tabelle 3: ENUM-Akteure auf der internationalen Ebene	20
Tabelle 4: Gesamtliste der von der ITU gebilligten ENUM-Delegationen	30
Tabelle 5: Zusammenfassung: Regulatorische Rahmenbedingungen und Breitband-Anschlüsse.....	43
Tabelle 6: Vergleichsdaten zur Initiation der ENUM-Trials	50
Tabelle 7: Spezielle Rufnummerngassen für VoIP oder ENUM.....	65
Tabelle 8: Alternative Domainnamen für ENUM.....	89
Abbildung 1: Die logische Anordnung der Nameserver im DNS: eine Baumstruktur	15
Abbildung 2: Das ENUM „Golden Tree“-Modell, dargestellt mit drei Ländern..	17
Abbildung 3: Das ENUM-Delegationsverfahren	29
Abbildung 4: Möglichkeiten der Verbindungen zwischen Telefonnetz und Internet	74

Abkürzungsverzeichnis

.arpa	Address and Routing Parameter Area
AETP	Austrian ENUM Trial Platform
APEET	Asia Pacific ENUM Engineering Team
APNIC	Asia Pacific Network Information Center
BMVIT	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (AT)
BMWA	Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit
ccTLD	Country Code Top Level Domain
DDDS	Dynamic Delegation Discovery System
DENIC	Deutsches Network Information Center e. G.
DNS	Domain Name System
DSL	Digital Subscriber Line
DTI	Department of Trade and Industry (Großbritannien)
ENUM	Telephone Number Mapping
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FCC	Federal Communications Commission (USA)
GSTN	Global Switched Telephone Network
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
IAB	Internet Architecture Board
IANA	Internet Assigned Numbers Authority
ICANN	Internet Corporation for Assigned Names and Numbers
IETF	Internet Engineering Task Force
IP	Internet Protocol
ISOC	Internet Society
ISP	Internet Service Provider
ITAC	International Telecommunications Advisory Council (USA)
ITSP	Internet Telephony Service Provider
ITU	International Telecommunication Union
ITU-T	ITU - Telecommunication Standardization Sector

NANP	North American Numbering Plan
NANPA	North American Numbering Plan Administration
NAPTR	Naming Authority Pointer
NPA	Numbering Plan Area
NS	Name Server
NTIA	National Telecommunications and Information Administration (USA)
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
OFCOM	Office of Communications (Großbritannien)
ONP	Open Network Provision
POTS	Plain Old Telephone Service
PSTN	Public Switched Telephone Network
RegTP	Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (Deutschland)
RFC	Request For Comments
RIPE NCC	Réseaux IP Européens Network Coordination Center
RTR	Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH (Österreich)
SIP	Session Initiation Protocol
SLD	Second Level Domain
SRS	Shared Registry System
TCP	Transmission Control Protocol
TKG	Telekommunikationsgesetz
TLD	Top Level Domain
TNV	Telekommunikations-Nummerierungsverordnung
TSB	Telecommunication Standardization Bureau (ITU)
UKEG	UK ENUM Group
UKETG	UK ENUM Trial Group
URI	Uniform Resource Identifier
URL	Uniform Resource Locator
VoIP	Voice over IP

1 Einleitung

1.1 *Einordnung des Untersuchungsgegenstandes in den technologischen Wandel der Kommunikationsnetze*

Vor drei Jahren sorgte ein neues Akronym in der Welt der Kommunikationsnetze für Aufsehen: ENUM. ENUM steht für „Telephone Number Mapping“ und ermöglicht die Umwandlung von Telefonnummern in Domainnamen sowie die Nutzung des Domain Name System als Datenbank zur Speicherung der Adressen verschiedenster Kommunikationsdienste. Das ENUM-Protokoll ist ein offener Internet-Standard. Die ENUM-Technologie wurde als treibende Kraft der Konvergenz von Telefonnetz und Internet wahrgenommen. Allerdings war unklar, welche Bedeutung ENUM als Einflussfaktor im Konvergenzprozess zukam. Im weiteren Umfeld der technologischen Entwicklung der Kommunikationsnetze konzentrierte sich die Diskussion auf die viel umfassenderen Gebiete Internet-Telefonie, Voice over IP und Next Generation Networks, während ENUM als spezifischer Baustein der Adressierung und Nummernverwaltung eher ein Expertenthema blieb.

Dennoch ist ENUM Teil des technologischen Wandels, der den traditionell wichtigsten Telekommunikationsdienst – die Telefonie – grundlegend verändert. Durch die Integration der Sprachkommunikation in das Internet wird der „Plain Old Telephone Service“ (POTS) zur Computeranwendung, die mit anderen Anwendungen kombiniert werden kann. Da dadurch „pretty amazing new services“ entstehen werden, wurde der Wandlungsprozess auch „from POTS to PANS“ genannt (Polyzois et al. 1999). Dies ist keine Revolution, sondern ein evolutionärer Prozess, dessen Anfänge in den neunziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts liegen:

„If anything, it's been eight years of evolutionary – not revolutionary – development on a number of fronts, ranging from software codecs to ubiquitous and more powerful PCs and broadband connections” (VON Magazine, 2004-09-15).

Noch vor wenigen Jahren fehlte dem Telefonieren über das Internet die Marktreife (Kulenkampff 2000), doch der „lange Marsch“ der Internet-Telefonie ging in den

Entwicklungslabors stetig weiter und nun ist ihre Zeit gekommen. Obwohl mit der Sprachkommunikation als Internetanwendung der Spruch „Alles über IP und IP über alles“ (Siegmond 2002a: 5) zutreffender wird, ist es noch ein weiter Weg bis zur Ankunft in der „All-IP-World“. Selbstverständlich geht das öffentliche Telefonnetz (PSTN) mit zwei Milliarden Anschlüssen nicht von heute auf morgen im Internet auf. Die „installed base“ an Telefonen ist gewaltig, und die Nutzungsgewohnheiten des Telefonierens sind tief eingepägt. Daher bietet eine Technologie wie ENUM, mit der die Adressräume des Telefonnetzes und des Internet verbunden werden können, Chancen für Innovationen im Umfeld konvergierender Kommunikationsnetze. Die Untersuchung von ENUM im Rahmen der Innovations- und Technikanalyse (ITA) ermittelt diese Chancen, aber auch mögliche Risiken, und zeigt politische Handlungsoptionen auf.

1.2 *Forschung über ENUM aus der Perspektive der Innovations- und Technikanalyse*

Der Beginn des ENUM-Testbetriebs in einigen Ländern im Jahre 2002 bot den Anlass, die sozialwissenschaftliche Begleitforschung zu diesem Thema aufzunehmen.¹ Die Zielsetzung des Forschungsprojekts bestand darin, die Betriebsmodelle, die Anwendungsmöglichkeiten und die Governancestruktur von ENUM zu untersuchen sowie Chancen, Risiken und die Rahmenbedingungen für die neue Technologie zu diskutieren. Die vorliegende empirische Analyse des Testbetriebs ermöglicht, die Nutzungsszenarien und die Handlungsspielräume bei der Implementation von ENUM herauszustellen und auf der Basis der Untersuchungsergebnisse soziale und politische Optionen der Technikgestaltung darzulegen.

Zum **Forschungsstand** ist zu sagen, dass ENUM aus verschiedenen Perspektiven untersucht wird, wobei der Literaturbestand im Laufe dieses Forschungsprojekts, das von April 2003 bis Dezember 2004 dauerte, gewachsen ist, wenngleich die Zahl der bisher veröffentlichten Studien sich auf einem vergleichsweise niedrigen

¹ Die ausführliche Darstellung des Projektdesigns findet sich im Projektantrag, auf den hiermit verwiesen sei. Hier sollen nur die zentralen Punkte wiederholt werden, um die Geschlossenheit des Projektberichts zu wahren.

Niveau befindet. Da ENUM ein Expertenthema ist, sind die Studien entsprechend spezialisiert.

Eine Untersuchung, die das Wissenschaftliche Institut für Kommunikationsdienste, Bad Honnef, durchgeführt hat, befasst sich mit den Zielen, Modellen und Problemen der ENUM-Feldversuche in sechs Ländern, bleibt jedoch relativ deskriptiv (Elixmann et al. 2004). Eine Studie für die Europäische Kommission behandelt ENUM im größeren Zusammenhang von Adressierungsfragen unter Konvergenzbedingungen allgemein. Sie kommt zu keiner einheitlichen Einschätzung über ENUM, sondern stellt fest, dass ENUM zwar ein Aspekt von Konvergenz sei, aber nur ein „interim step“ sei (Political Intelligence 2003: 84). Eine weitere Untersuchung diskutiert die Governancestruktur von ENUM auf der internationalen Ebene und versucht, den Bezug zwischen ENUM und der allgemeinen Problematik der Domainverwaltung durch ICANN herzustellen (McTaggart 2003). Aus ökonomischer Perspektive befassen sich zwei Studien mit ENUM, zum einen ein Papier über Betriebsmodelle im Hinblick auf den US-Telefonmarkt (Hwang et al. 2001), zum anderen eines über den möglichen Einsatz von ENUM für den Zutritt von Kabelgesellschaften in den US-Telefonmarkt (Hwang/Mueller 2002).

Weitere sozialwissenschaftliche Arbeiten über ENUM aus innovations- oder regulierungspolitischer Perspektive sind uns nicht bekannt geworden. Der vorliegende Projektbericht trägt dazu bei, die sozialwissenschaftliche Forschung über ENUM im Kontext von Innovation und Regulierung voranzubringen und liefert Orientierungswissen zur Realisierung der Chancen von ENUM.

Die **Forschungsfragen** richten den Blick auf die Konzeption der ENUM-Feldversuche in technischer und sozialer Hinsicht sowie auf die politischen Rahmenbedingungen und die nationale und internationale Governancestruktur. Außerdem wird nach den Leitbildern, den Nutzungsmöglichkeiten und schließlich nach den Handlungsoptionen für ENUM gefragt.

- Von wem geht die Initiative für die Feldversuche aus und welche Ziele werden verfolgt?
- Wie sieht die Governancestruktur aus und welche Betriebsmodelle kommen in den ENUM-Feldversuchen zum Einsatz?

-
- Auf welche Rahmenbedingungen der Regulierung und auf welche Marktsituation trifft ENUM?
 - Welche Akteure beteiligen sich an den Feldversuchen und welche Möglichkeiten der Nutzerbeteiligung gibt es?
 - Welche Leitbilder, welche Nutzungsszenarien und welche Anwendungen gibt es für ENUM?
 - Welche innovations- und regulierungspolitischen Handlungsoptionen gibt es, um ENUM zu unterstützen?

Die **Leitthesen** lauten,

- dass ENUM weniger zur Konvergenz als zur Koexistenz von Internet und Telefonnetz beiträgt;
- dass der ENUM-Betrieb von der Architektur des Domain Name System sowohl technisch wie auch sozial geprägt wird und
- dass für den Erfolg von ENUM Koordination wichtiger ist als Wettbewerb.

Das Forschungsprojekt ist als Ländervergleich ausgelegt, wobei die **Fallauswahl** nicht zufällig, sondern bewusst vorgenommen wurde (*purposive sampling*). Deutschland steht im Zentrum der Untersuchung und wo keine Länder angegeben sind, beziehen sich die Ausführungen auf den deutschen Fall. Zum Vergleich wurden Österreich, Großbritannien und die USA ausgewählt. Österreich wurde als Vergleichsfall ausgewählt, weil dieses Land weltweit führend bei ENUM ist. Großbritannien als weiteres europäisches Land, das bereits in den achtziger Jahren den TK-Markt liberalisiert hat und auch bei ENUM ein besonders wettbewerbsintensives Vorgehen anstrebt. Die USA wurden ausgewählt als Referenzland der Internet-Entwicklung und aufgrund der Besonderheit des amerikanischen Telefonnummernraums und der erwarteten Auswirkung auf den ENUM-Trial.

1.3 Der Aufbau der Untersuchung

Das 2. Kapitel stellt ENUM in den Kontext der Konvergenz von Internet und Telefonnetz. Außerdem wird die technische Funktionalität von ENUM vorgestellt und dargelegt, in welcher Weise das technische Betriebsmodell der Architektur

des Domain Name System folgt. Kapitel 3 befasst sich mit der internationalen Governancestruktur von ENUM und diskutiert die Verwendung der Infrastrukturdomäne des Internet .arpa für ENUM. In Kapitel 4 wird die empirische Untersuchung der ENUM-Feldversuche durchgeführt. Der ENUM-Feldversuch in Deutschland steht dabei im Zentrum, und er wird anhand der wichtigsten Einflussfaktoren für die ENUM-Implementation mit den ENUM-Trials in den ausgewählten Ländern verglichen. Außerdem werden generelle Probleme der ENUM-Feldversuche erörtert. Das 5. Kapitel analysiert die Leitbilder und deren Rolle in der ENUM-Technikentwicklung. Darauf aufbauend werden die ENUM-Verwendungsarten differenziert und die Nutzungsszenarios dargestellt. In Kapitel 6 werden die Ergebnisse der Untersuchung diskutiert und staatliche Handlungsoptionen für ENUM aufgezeigt. Kapitel 7 bietet einen Ausblick auf die Rolle von ENUM in der Kommunikationswelt der Zukunft und schließt die Studie ab.

2 Die ENUM-Technologie in der Konvergenz von Internet und Telefonnetz

2.1 ENUM im Kontext: Welcher Konvergenz-Trend ist gemeint?

„Konvergenz“ ist spätestens seit der Veröffentlichung des Grünbuchs der Europäischen Kommission (1997) der Schlüsselbegriff, wenn über den technologischen Wandel und seine Auswirkungen auf die Sektoren Telekommunikation, Informationstechnologie und Medien diskutiert wird. Der Konvergenz-Begriff bezeichnet dabei den *Prozess* des Zusammenwachsens allgemein, wobei anders als im naturwissenschaftlichen Gebrauch des Begriffs meistens kein Endpunkt der Entwicklung angegeben wird. In der Optik wäre dies der Brennpunkt, in dem die Lichtstrahlen hinter einer Sammellinse zusammenlaufen oder in der Mathematik der Grenzwert einer konvergierenden Folge.

Eine weitere Eigenschaft der technischen und sozialen Konvergenz liegt darin, dass vorher getrennte, unter Umständen heterogene Bereiche zusammenwachsen. Daher ist es unvermeidlich, dass es in solchen Konvergenzprozessen zu Konflikten und Kollisionen kommt. Doch am Ende stehen selten eindeutige Sieger und Verlierer. Anstatt zu einer Vereinheitlichung im Sinne von Homogenisierung finden sich Mischformen und Koexistenz, und es bleibt Raum für eine Vielfalt technischer Lösungen. Es kommt nicht zur totalen Verschmelzung zur Einheitstechnik, sondern zum „Mediamatik-Baukasten“. Vor allem bei den Endgeräten kommt es eher zu höherer Diversität als dass Konvergenz zum „universellen multifunktionalen Endgerät“ stattfindet (Latzer 1997: 133).

Im speziellen Fall muss zunächst angegeben werden, welcher Konvergenztrend gemeint ist, denn es kommt immer auf die Perspektive an, wie dem Beobachter eine zusammenlaufende Entwicklung erscheint. In den grundsätzlichen Dimensionen lässt sich Konvergenz technisch, funktional oder institutionell betrachten (Latzer 1997: 75). Durch weitere Differenzierung können die

Bezugspunkte angegeben werden, wie in der folgenden Tabelle dargestellt (Damjanovic 2002).

Konvergenzbereich	Bezugspunkte
Technische Konvergenz	Übertragungsnetze, Endgeräte
Kommunikative Konvergenz	Anwendungen, Dienste
Wirtschaftliche Konvergenz	Vertikale Integration oder Allianzen
Regulatorische Konvergenz	Einheitlicher Rechtsrahmen, Grundprinzipien und Ziele

Tabelle 1: Dimensionen der Konvergenz

Die ENUM-Technologie berührt alle der genannten Konvergenzbereiche, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß. Einzig der Aspekt der Medienregulierung unter Konvergenzbedingungen (Hoffmann-Riem/Schulz/Held 2000) hat für ENUM keine Relevanz, da die Massenkommunikation vom Spektrum der möglichen ENUM-Anwendungen nicht betroffen ist. Ausgehend vom Titel der vorliegenden Studie bedeutet „Konvergenz von Telefonnetz und Internet“ primär die Integration der Sprachkommunikation in das Internet und die Umstellung der Telefonnetze auf Voice over IP (VoIP). Die treibende Kraft und somit auch der stärkste Einflussfaktor in dem hier untersuchten Konvergenzprozess ist die Internet-Technologie. Insofern kann man analog der Verwendung in der Mathematik sagen, der Grenzwert der Konvergenz ist die „All IP World“. Doch selbst wenn das Internet-Protokoll das gemeinsame Merkmal der Kommunikationsnetze der Zukunft darstellt, könnte es trotzdem zu einer Differenzierung der Netze nach Qualität, Zuverlässigkeit und Sicherheit kommen. Konvergenz ist also nicht so zu verstehen, dass am Ende der Entwicklung das universelle Einheitsnetz steht (Eberspächer o. J.). Aber es bleibt festzuhalten, dass im Endeffekt die Konvergenz von Telefonnetz und Internet genauer als Absorption zu bezeichnen wäre – so wie das Internet in seiner Geschichte schon viele andere Netze absorbiert hat (Leib/Werle 1998).

Bringt man die ENUM-Technologie in den Zusammenhang mit der Konvergenz von Telefonnetz und Internet, muss man eine wichtige theoretische Vorüberlegung anstellen. Was ist unter der Konvergenz von Adressräumen zu verstehen? Die Bedingung der Eineindeutigkeit einer Adresse lässt nur zwei Möglichkeiten zu. Entweder die Migration von einem Adressraum zu einem

anderen Adressraum. Dies muss durch komplette Neuadressierung aller Objekte, deren Adressen aufgegeben werden, geschehen. Die zweite Möglichkeit ist die Koexistenz der Adressräume. In diesem Fall muss es einen sicheren Übersetzungsmechanismus geben, der die unterschiedlichen Adressräume verbindet. ENUM ist ein solcher Mechanismus. Technisch gesehen sorgt ENUM in der basalen Form des *Address Mapping* für die nahtlose Koexistenz von Telefonnetz und Internet. Doch politisch ergeben sich aus der Koexistenz von verbundenen Nummernräumen Reibungsflächen, denn die Vergabe von Nummern durch die zuständige Nummernverwaltung ist in der Regel mit Vorschriften verbunden, ganz gleich, um welche technischen Adressen es sich handelt. Die Regulierungspolitik „klebt“ an den Adressen.

Aus den obigen Ausführungen lassen sich zwei Aussagen ableiten, die zugleich der Eingrenzung des Themas dieser Studie dienen. ENUM wird meistens in einem Atemzug mit Internet-Telefonie bzw. Voice over IP genannt. Doch letzteres ist ein umfassenderer Bereich, der über ENUM hinausgeht. Zur Abgrenzung sollen die folgenden Merksätze gelten.

- Die Internet-Telefonie ist eine Absorptions-Technologie, durch die die Sprachkommunikation zu einer Internet-Anwendung wird.
- ENUM ist eine Koexistenz-Technologie, durch die die Adressräume des Telefons und des Internet verbunden werden können.

2.2 Das ENUM-Protokoll als offener Internet-Standard

ENUM greift Ideen auf, die Anfang der 90er Jahre entwickelt wurden, um aus einem Drucker mit Telefonanschluss ein Internet-Faxgerät zu machen, um dadurch E-Mail und Fax zu integrieren. In RFC 1486 „An Experiment in Remote Printing“ (Juli 1993) wurde beschrieben, wie ein Drucker mit einer Telefonnummer vom Internet aus adressiert werden kann. Die Ziffern der Telefonnummer wurden dazu in umgekehrte Reihenfolge gebracht und in einen Domainnamen in der Domäne TPC.INT (RFC 1530) umgewandelt. Dieser Vorläufer des ENUM-Prinzips hat nicht zuletzt deswegen Bedeutung erlangt, weil im Prozess der Technologieentwicklung Unternehmen auftraten, die ihre Patente

oder geschütztes geistiges Eigentum im Address Mapping durch ENUM verletzt sahen. Die frühe RFC nahm solchen Ansprüchen den Wind aus den Segeln. Zudem wurden die ENUM-Prinzipien schon 1996/97 in Schweden als Thema einer Diplomarbeit (Svärling 1998) an der Königlichen Technischen Hochschule und Ellemtel (einer F&E-Firma von Ericsson und Telia) erforscht und implementiert.²

Größere Aufmerksamkeit unter Experten erlangte ENUM, als auf dem 42. Treffen der IETF im August 1998 eine Vorbesprechung („BOF“) zu ENUM stattfand. ENUM stand damals noch als Abkürzung für „E.164 number to IP address mapping“. Unter diesem Titel erschien der erste Internet Draft im November 1998, der sich mit der Erreichbarkeit eines Internetnutzers unter einer Telefonnummer befasste.

Die ENUM-Arbeitsgruppe der Internet Engineering Task Force wurde im November 1999 eingerichtet, um eine DNS-basierte Lösung für die Verwendung von Telefonnummern im Internet zu entwickeln. Die Arbeitsgruppe wurde in der Transport Area der IETF angesiedelt, wo auch die Standardisierung der Internet-Telefonie erfolgte. Die ENUM-Arbeitsgruppe kam im September 2000 zu einem ersten Abschluss, als ihre Ergebnisse in RFC 2915 „The Naming Authority Pointer (NAPTR) DNS Resource Record“ und in RFC 2916 „E.164 Number and DNS“ publiziert wurden. Die Arbeit am ENUM-Standard ruhte, bis sie im Frühjahr 2002 auf der 53. IETF-Tagung wieder aufgenommen wurde. Der Grund dafür war, dass die Standardisierung eines allgemeinen Satzes von Regeln für dynamische Internet-Datenbanken eine umfassende Überarbeitung des ENUM-Standards notwendig gemacht hatte.

Die umfangreichen Regeln für das sogenannte „Dynamic Delegation Discovery System“ (DDDS) nehmen in der Publikationsreihe der IETF fünf getrennte Veröffentlichungen ein (RFC 3401 bis RFC 3405). Im ersten Überarbeitungsschritt des ENUM-Standards integrierte die IETF-Arbeitsgruppe die offizielle Spezifikation der NAPTR Records in diese RFC-Serie. Somit findet man die Regeln für die NAPTR-Einträge nun in RFC 3403 (Oktober 2002).³ Der nächste Überarbeitungsschritt, die Arbeit am „alten“ ENUM-Standard RFC 2916,

² Wir danken Patrik Fältström für diese Information.

³ Die ursprüngliche RFC 2915 gilt damit als überholt und hat den Status „obsolet“ erhalten.

dauerte wesentlich länger. Der Prozess zog sich bis ins Frühjahr 2004 hin, bis er mit der Veröffentlichung des neuen ENUM-Protokolls in RFC 3761 (April 2004) erfolgreich beendet werden konnte. Schon der Titel offenbart die Einbettung in das DDDS, wobei der Name ENUM fast untergeht – die Überschrift von RFC 3761 lautet genau: „The E.164 to Uniform Resource Identifiers (URI) Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Application (ENUM)“.

Auf der ENUM-Mailing-Liste wurde kritisiert, dass der Prozess am Ende mit der Geschwindigkeit eines Gletschers vorangekommen sei („glacial progress“, L. Conroy am 31.03.2004). Ein großer Anteil an der Verzögerung entstand dadurch, dass die IANA überlastet war und ihr notwendiger Beitrag für die Verabschiedung des Standards auf sich warten ließ. In dieser Zeit im Frühjahr 2004 veröffentlichte das Internet Architecture Board erstmalig Daten über die Warteschlange von Internet Drafts bei der IANA.⁴ So haben sich die gegenwärtigen Probleme des Internet-Standardisierungsverfahrens auch auf ENUM ausgewirkt. Die relativ langwierige, aber notwendige Überarbeitung des ENUM-Standards ist einer der Gründe dafür, dass sich die Entwicklung marktreifer Anwendungen hinzieht.

2.3 Die Funktionalität von ENUM

Ausgehend von den neuen RFCs wird in diesem Abschnitt die technische Grundfunktionalität von ENUM dargestellt. Für detaillierte Ausführungen sei auf die Webseiten der ENUM-Feldversuche sowie auf die Publikationen verwiesen, die in großer Zahl vorliegen (Z. B. Dieterle/Blank 2004; Stastny 2004a; Huston 2003; Fernández 2001).

2.3.1 Die „Telefondomain“: Die Umwandlung einer Telefonnummer in einen Domainnamen mit ENUM

ENUM verbindet den Nummernraum der Telefonwelt mit dem des Internet mit Hilfe des Domain Name System. Eine Telefonnummer aus dem weltweiten E.164-Nummerplan der International Telecommunication Union (ITU) wird in

⁴ Report of IANA Queue <http://www.iab.org/documents/docs/iana/2004-04-iana-report.html> .

einen Domainnamen umgewandelt, indem zuerst alle Zeichen außer den Zahlen entfernt werden. Dann werden Punkte zwischen die Zahlen gesetzt, die Zahlenfolge wird umgekehrt und unter der ENUM-Endung e164.arpa im Domain Name System registriert. Zum Beispiel wird

aus der Telefonnummer +49-30-12345678

der Domainname 8.7.6.5.4.3.2.1.0.3.9.4.e164.arpa.

Doch anders als die üblichen, leicht zu merkenden Domainnamen wie z. B. www.innovationsanalysen.de, die bewusst aus mnemotechnischen Gründen eingeführt wurden, sind ENUM-Domains verwirrend und unübersichtlich. Zwar sind sie gültige Domainnamen, doch der Internet-Nutzer wird sie praktisch nicht zu Gesicht bekommen. Vielmehr dienen die Telefondomains den ENUM-Applikationen dazu, Nameserver des DNS befragen zu können, um Auskunft zu bekommen, welche Kommunikationsdienste und welche Adressen mit der gegebenen Telefondomain verknüpft sind. ENUM-Domains sind also Domainnamen, die „hinter den Kulissen“ eingesetzt werden. Aus diesem Grund sind Telefondomains im Prinzip wie Telefonnummern alle gleich wertvoll (Haucap 2003). Es gibt also anders als bei semantisch sinnvollen Domainnamen keinen Anreiz, sie zu horten und damit zu handeln – zumal der Registrierungsprozess gewährleisten muss, dass das Nutzungsrecht an einer ENUM-Domain nur dem Inhaber des Nutzungsrechts der betreffenden Telefonnummer zugesprochen werden kann.

Die ENUM-Domain allein ist nutzlos. Erst wenn sie eingesetzt wird, um die Nameserver zu befragen und wenn dort Daten hinterlegt wurden, kann man damit die verschiedenen „ENUM Services“ nutzen.

2.3.2 Die Speicherung von Kommunikationsadressen im Domain Name System: ENUM Services und NAPTR-Management

Die Regeln, wie die Daten für ENUM-Anwendungen im Domain Name System abgelegt sein müssen, sind durch den „Naming Authority Pointer (NAPTR) DNS Resource Record (RR)“ definiert (RFC 3403). Die NAPTR-Einträge ermöglichen

einer ENUM-Anwendung, die Daten auszulesen und zu interpretieren. In erster Linie können der Telefondomain verschiedene Kommunikationsadressen zugeordnet werden. Da man im Fall von ENUM ausgehend von einer E.164-Nummer zu einem Uniform Resource Identifier (URI) des Internet gelangt, enthält der NAPTR-Eintrag das Kennzeichen „E2U“. Mit einem Pluszeichen wird der ENUM-Service angehängt und dadurch der ausgewählte Kommunikationsdienst festgelegt, z. B. SIP für die Internet-Telefonie (hier vereinfacht ohne Steuerzeichen dargestellt):

8.7.6.5.4.3.2.1.0.3.9.4.e164.arpa NAPTR e2u+sip sip:maier@provider.de

Am Ende des NAPTR-Eintrags findet sich die dazugehörige Kommunikationsadresse, mit der erneut das DNS abgefragt werden kann. Letztlich dienen die NAPTR-Einträge also dazu, die aktuelle numerische IP-Adresse des Zielrechners und den Nutzer zu ermitteln. Im Beispiel könnte man also die Telefonnummer wählen und Herrn Maier mit Hilfe von ENUM unter seiner SIP-Adresse an seinem Internet-Telefon erreichen.

Die geplanten ENUM-Services umfassen praktisch alle möglichen Kommunikationswege, so dass technisch gesehen eine Telefonnummer zu ganz unterschiedlichen Zielanwendungen führen kann, wie die folgende Tabelle zeigt (Dieterle/Blank 2004: 6).

ENUM-Services	URI Schema	Kommunikationsdienst
sip	sip	Sprachkommunikation
h323	h323	Sprachkommunikation
email	mailto	E-Mail
pres	pres	Präsenzfeststellung
ifax	mailto	Fax
ft	ftp	Dateiübertragung
sms	tel, mailto, sip	SMS
ems	tel, mailto, sip	EMS
mms	tel, mailto, sip	MMS
web	http, https	World Wide Web

Tabelle 2: ENUM-Services

Bislang sind allerdings nur die sechs ENUM-Services freigegeben, die in der Tabelle fettgedruckt sind (Stand Januar 2005). Die übrigen sowie weitere, neue

Dienste müssen noch durch die IETF standardisiert und bei der IANA registriert werden.⁵

Der ENUM-Nutzer ist für die Pflege seiner Kommunikationsdaten selbst verantwortlich. Er verwaltet seine NAPTR-Einträge und kann eine ganze Liste seiner Kommunikationsadressen im DNS veröffentlichen. Da der Nutzer eine Rangordnung definieren kann, wie er erreicht werden will bzw. in welcher Reihenfolge die Kontaktversuche abgearbeitet werden sollen, kann er mit Hilfe seines persönlichen „NAPTR-Managements“ seine Erreichbarkeit steuern.⁶

Die NAPTR-Listen können jedoch nicht beliebig ausgeweitet werden, sondern es müssen als Randbedingung andere Internet-Standards berücksichtigt werden. Im Hinblick auf die Belastbarkeit des Domain Name System ist wichtig, dass die Zahl der NAPTR-Einträge möglichst klein sein sollte, weil das DNS nicht für die Übertragung größerer Datenmengen gedacht ist. Außerdem ist das DNS keine Echtzeit-Datenbank, die für ständige Umkonfiguration und entsprechend kurze Lebensdauer von Einträgen (*time to live*) entwickelt wurde. Oder wenn z. B. ein Nutzer mehrere SIP-Adressen für die Internet-Telefonie besitzt, was bei den *early adopters* sehr häufig vorkommt, verlangt ein anderer Standard (RFC 3824), dass ENUM nur einen einzigen SIP-Eintrag enthalten soll und die aktuelle Erreichbarkeit mit dem SIP Location Service festgestellt werden soll.

Es gibt in Bezug auf die Möglichkeiten, die ENUM bietet, also noch Ungereimtheiten bei der Implementation des Standards. Die weitere Entwicklung der technischen Koordination und vor allem praktische Anwendungen müssen in diesen Dingen für Klarheit sorgen.

⁵ Die Liste der freigegebenen ENUM-Services findet sich online bei der IANA unter [ftp://ftp.iana.org/assignments/enum-services](http://ftp.iana.org/assignments/enum-services) .

⁶ Zumindest in der Theorie. In der Praxis kann eine ENUM-Anwendung auch so geschrieben sein, dass das Programm die Rangfolge, die in den NAPTR-Einträgen vorgegeben ist, ignoriert und eine eigene Reihenfolge abarbeitet.

2.4 Das technische Betriebsmodell: Das Domain Name System und der ENUM-„Golden Tree“

Da ENUM eine Anwendung des Domain Name System ist, muss man die Architektur des DNS kennen, wenn man das ENUM-Betriebsmodell verstehen will. Das Internet Domain Name System (DNS) ist eine gigantische, weltweit verteilte Datenbank aus über 100.000 Nameservern. Keiner der Rechner enthält alle Daten oder hat einen Überblick über den Zustand des Gesamtsystems, sondern die Nameserver werden lokal betrieben und halten nur jeweils die aktuellen Daten für ihren Zuständigkeitsbereich (Zone) vor. Daher ist der wesentliche Grundsatz im DNS die Domänenautonomie. Die Nameserver des DNS sind hierarchisch geordnet und vernetzt, sie bilden ein eigenes globales Rechnernetz mit einer Baumstruktur, das in das Internet eingebettet ist.⁷ Die Baumstruktur besteht selbstverständlich nur logisch, nicht physikalisch.

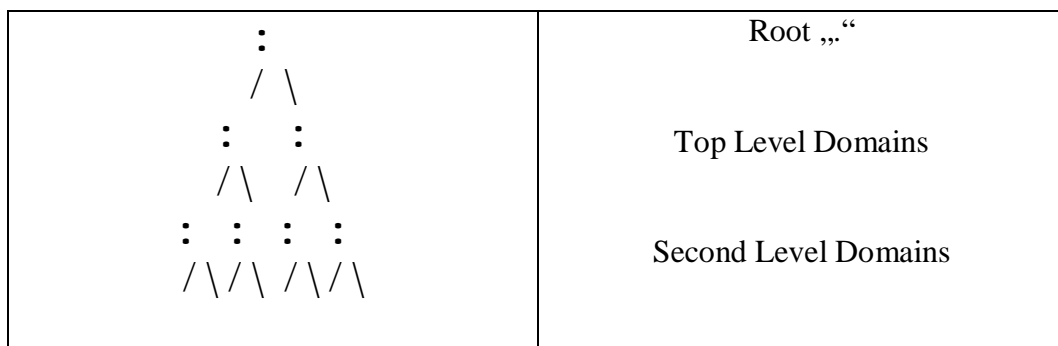


Abbildung 1: Die logische Anordnung der Nameserver im DNS: eine Baumstruktur

Das DNS wurde in den achtziger Jahren eingeführt, weil das Größenwachstum des Internet das ursprüngliche, einfache Namensystem an seine Grenzen gebracht hatte. Die Entwickler des DNS erdachten eine hierarchische Architektur, in der die Datenmenge an der Spitze klein ist und von Ebene zu Ebene in der Summe zunimmt. Der Rechner an der Spitze kann praktisch nicht überfordert werden, da Veränderungen im Datenbestand eines Nameservers der Zentrale nicht mitgeteilt werden müssen. Ein Nameserver muss aber von jeder Stelle des Internet aus erreichbar sein. Änderungen, die die Erreichbarkeit eines Nameservers betreffen,

⁷ Eine kurze, sehr gute Einführung bietet die im Internet abgelegte Powerpoint-Präsentation von David Lawrence unter <http://www.itu.int/mdns/presentations/dayone/lawrence.PPT> .

müssen jedoch nicht im gesamten Internet bekannt gegeben werden, sondern nur der nächsthöheren Ebene.

Über die Spitze – oder in der Sprache der Logik: über die Wurzel (Root) der DNS-Baumstruktur sind letztlich alle im Internet verstreuten Nameserver miteinander verbunden. Die Hierarchie der Server und Äste legt eindeutig fest, welcher Pfad einzuschlagen ist, um Auskunft über eine bestimmte Domäne zu erhalten. Dazu genügt es, dass ein Nameserver die Daten der eigenen Zone und die Adresse der Spitze kennt. Nur im Zusammenspiel der vernetzten Server aller Zonen kann das DNS funktionieren. Trotz der Domänenautonomie hat jede höhere Domäne insofern Autorität über die nächstuntere, als die Löschung eines Pfades zu einem Nameserver alle Äste unterhalb der Löschung unsichtbar macht. Insofern kommt besonders der Verwaltung der Spitze des DNS, aber auch der zweiten Ebene, eine herausragende Bedeutung zu (Leib 2002: 56-58).

Das Domain Name System ist für den Betrieb des Internet unverzichtbar geworden. Technisch betrachtet ist das DNS eine dezentralisierte Hierarchie, weil die Zentrale kaum Information enthält und jede Domäne eigenständig ist. Die Akteure in der sozialen und ökonomischen Organisation können jedoch nicht-technische Bedingungen aufstellen, um die Verwaltung des DNS zu zentralisieren.

In der verteilten Architektur des DNS stellt die Registerdatenbank (Registry) einer Domäne die unteilbare Einheit dar. Zwar gibt es das „Shared Registry System“ (SRS), doch dies bedeutet lediglich, dass mehrere Registrierungsstellen (Registrare) auf die eine Datenbank Zugriff haben. Die Alleinstellung und Unteilbarkeit der Registry ist technisch bedingt. Anders formuliert wird vom „Monopol“ der Registry gesprochen, was in Zeiten von Liberalisierung und Wettbewerb häufig negative Assoziationen auslöst.

Gilt die Unumgehbarkeit des „Registry-Monopols“ auch für ENUM? Dies ist in anderer Formulierung die Frage nach dem Betriebsmodell. Im Fall ENUM hat die Baumstruktur die Bezeichnung „Golden Tree“ erhalten (Rutkowski 2001). Das „Golden Tree“-Modell ist das grundlegende Betriebsmodell für ENUM. Die folgende grafische Darstellung des „Golden Tree“-Modells stellt die Architektur

des DNS angewandt auf ENUM dar und führt zugleich Begriffe ein, die für die Verwaltung der ENUM-Domänen definiert wurden.

Tier 0	e164.arpa			International: ITU, IAB/IETF, RIPE NCC
	í	ê	î	
Tier 1	Deutschland 9.4.e164.arpa í ê î	Österreich 3.4.e164.arpa í ê î	Großbritannien 4.4.e164.arpa í ê î	Nationale Register- betreiber (Tier 1 Registry)
Tier 2	$R_{DE1}, R_{DE2}, \dots, R_{DEn}$	$R_{AT1}, R_{AT2}, \dots, R_{ATn}$	$R_{UK1}, R_{UK2}, \dots, R_{Ukn}$	Konkurrierende Registrierungsstellen

Abbildung 2: Das ENUM „Golden Tree“-Modell, dargestellt mit drei Ländern

Die Ebenen werden im ENUM-Modell mit Tier 0, Tier 1 und Tier 2 bezeichnet. Dies dient vor allem der politischen Abgrenzung zwischen internationaler und nationaler Ebene. Tier 0 ist die internationale Ebene, Tier 1 die Ebene der nationalen ENUM-Nummernbereiche, wobei im Standardmodell ein einziger Registerdatenbankbetreiber pro Land tätig wird („Single Tier 1 Registry“). Die nationale Tier 1-Registry erhält die ENUM-Domäne, die dem E.164-Ländercode entspricht. Im Falle Deutschlands also entsprechend der Landesvorwahl +49 die ENUM-Domäne 9.4.e164.arpa. Folglich verwaltet der nationale Registerbetreiber alle Telefondomains aus dem Nummernraum unter dieser Vorwahl. Auf der nächstunteren Ebene „Tier 2“ sind die Registrierungsstellen angesiedelt. Im Standardmodell gibt es dem Prinzip nach beliebig viele Registrars, die untereinander im Wettbewerb stehen.

Das „Golden Tree“-Modell ist das technische Betriebsmodell für ENUM, das durch die Architektur des Domain Name System vorgegeben wird. Auf den einzelnen Ebenen gibt es jedoch Handlungsspielraum für die institutionelle Gestaltung der ENUM-Administration. Die beiden folgenden Kapitel untersuchen, wie diese Gestaltungsspielräume genutzt wurden und wie das Betriebsmodell auf internationaler Ebene und in den ausgewählten Ländern implementiert wurde.

3 Internationale Koordination für ENUM: Telefonwelt trifft Internetwelt

3.1 Internationale ENUM-Governance

Der technischen Konvergenz von Internet und Telefonnetz folgt auf der internationalen Ebene keine organisatorische Konvergenz. Für ENUM wurde keine neue Organisation gegründet, sondern die internationalen Gremien des Internet und des Telefonnetzes erbringen die notwendige technische Koordination durch interorganisatorische Kooperation. Die Zusammenarbeit ließ sich trotz der unterschiedlichen Verfasstheit der Gremien regeln. Sie geht über informelle Kontakte hinaus, indem die Arbeitsbeziehungen auf die Grundlage formeller Vereinbarungen gestellt wurden. Die Unterschiede zwischen den meritokratischen und ingenieurwissenschaftlichen Internet-Gremien und der bürokratischen, intergouvernementalen Telefonwelt bleiben jedoch erhalten. Dadurch ergeben sich Reibungsflächen vor allem dann, wenn die technische Diskussion in politische Fragen übergeht. Doch nicht nur das Zusammentreffen der „Netheads“ mit den „Bellheads“ (T.M. Denton Consultants 1999) bzw. zweier grundverschiedener technischer Netzarchitekturen sorgt für Konfliktstoff. Denn die Frage nach den Institutionen für ENUM zielt auch darauf ab, ob „governance by law“ als der normative Maßstab der internationalen Zusammenarbeit abgelöst wird durch „governance by technical code“ (Engel 2002).

3.1.1 Die techno-politische Governancestruktur: interorganisatorische Kooperation

Ein wesentlicher Unterschied bei den mit ENUM befassten Akteuren auf der internationalen Ebene liegt in der rechtlichen Verfasstheit. Die Gremien der Internetwelt sind privat und global, wohingegen die Telefonwelt öffentlich und nationalstaatlich geprägt ist. Einige Mitgliedstaaten der ITU fürchten einen Souveränitätsverlust, wenn die Koordination von Kommunikationsnetzen von der Staatenwelt in die Gesellschafts- und Wirtschaftswelt wandert. Doch das ist eine Folge des technologischen Wandels, der wiederum von den Staaten erwünscht ist

und staatlich gefördert wird, um die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten. Die staatliche Innovationspolitik steht vor dem Trade-off von nationaler Souveränitätserhaltung und technologischer Globalisierung. Zwar wirft private Selbstregulierung die Frage nach Legitimation und demokratischer Kontrolle auf, aber es sind auch die Eigeninteressen der staatlichen Bürokratien, die in den internationalen Beziehungen – hier im Fall der Verwaltung globaler Netze – um ihren Bestand fürchten (Wolf 2000; Wolf 2002). Niemand verliert gerne Kompetenzen oder will durch die technologische Entwicklung an den Rand gedrängt werden, und so ist das Kompetenzgerangel zwischen privaten Akteuren und Regierungsakteuren nachvollziehbar. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Organisationen in der internationalen ENUM-Governancestruktur.

Internet (privat, globale Selbstregulierung)	Telefon (staatlich, intergouvernemental)
Internet Architecture Board Internet Engineering Task Force Internet Society Réseaux IP Européens Network Coordination Centre	International Telecommunication Union, Telecommunication Standardization Sector

Tabelle 3: ENUM-Akteure auf der internationalen Ebene

Das Internet Architecture Board (IAB) kann man als obersten Technologierat des Internet bezeichnen. Seine Mitglieder werden aufgrund ihrer fachlichen Exzellenz oder Verdienste um das Internet ausgewählt. Das IAB befasst sich mit der technologischen Weiterentwicklung des Internet und hat jüngst Themenbereiche für zukunftsweisende Grundlagenforschung zum Internet benannt, wozu auch die Weiterentwicklung des Domain Name System und neue Namensräume zählen (RFC 3869). Die Internet Engineering Task Force ist die Standardisierungsorganisation des Internet. Sie zählt zu den größten sozialen Innovationen des Internet, wenngleich das Größenwachstum und die Kommerzialisierung des Netzes den offenen deliberativen Prozess der Technikentwicklung verändert und der Interessendurchsetzung angenähert haben

(Hofmann 1998; Hofmann 1999). Da IAB und IETF keinen formellen Status haben, übernimmt die Internet Society (ISOC) als juristische Person der Internet-Technologieentwicklung den Kontakt nach außen. Die ISOC ist auch Mitglied der ITU. Das Réseaux IP Européens Network Coordination Centre (RIPE NCC) ist eine der großen regionalen Verwaltungen für IP-Adressen. Die Organisation mit Zuständigkeit für Europa ist eine Vereinigung der Internet Service Provider. Sie wurde vom IAB mit dem operativen Betrieb von ENUM betraut. Aus der Telefonwelt nimmt die International Telecommunication Union mit ihrem Standardisierungsarm für Telekommunikation (ITU-T) an ENUM teil. Sie ist die oberste Verwaltung der Telefonnummern und wacht über die Verwendung der Nummern gemäß der ITU-Empfehlung E.164.

ENUM ist ein Internet-Standard, doch die Autorität über den globalen Rufnummernplan wird davon nicht angetastet – sie liegt nach wie vor bei der ITU. Zwar wären auch Alternativen denkbar, die Telefonnummern ohne die ITU „internetfähig“ zu machen, aber um einen globalen, koordinierten Weg zu gehen, war es technisch nützlich und politisch unabdingbar, die Spitzenorganisation der Telefonwelt einzubinden. Außerdem sprachen die Maximierung der Interkonnektivität und positive Netzeffekte dafür, die Koordinationsbeziehungen an der Spitze des Nummernraums anzusetzen, um möglichst große Teile oder bestenfalls den gesamten E.164-Nummernraum in das Adress Mapping mit ENUM einzubeziehen. Die ITU stellte in einer ihrer ersten Aktionen zu ENUM den Anspruch auf Kontrolle durch die Regierungsakteure heraus:

„Such use of E.164 numbers demands careful control and strict administration procedures from national number plan managers and regulatory authorities involved in this process” (ITU 2001).

Die wichtigste Funktion der ITU im ENUM-Prozess besteht darin, über die Integrität des Rufnummernplans und die Souveränitätserhaltung der Staaten zu wachen. Die Bevollmächtigtenkonferenz der ITU-Mitgliedstaaten 2002 hat den Generalsekretär der ITU in Resolution 133 angewiesen, alles Notwendige zu tun, um die staatliche Souveränität über die nationalen Nummernpläne und die Rufnummern – in welcher Anwendung auch immer – sicherzustellen.

Trotz der unterschiedlichen Netzarchitekturen haben sich zwischen der IETF und der ITU interorganisatorische Beziehungen entwickelt, vor allem seit sich die

Studiengruppen der ITU verstärkt mit IP-Netzen beschäftigen. Für ihre Zusammenarbeit auf Arbeitsgruppenebene haben die IETF und die ITU-T gemeinsame Richtlinien aufgestellt, um Dokumente auszutauschen und die wechselseitige Teilnahme an Sitzungen zu ermöglichen (RFC 3356).⁸ Zusätzlich zu diesen allgemeinen Bestimmungen wurden speziell für ENUM Regeln zwischen der IETF/ISOC und der ITU vereinbart (RFC 3026). Doch grundsätzlich bleiben die Beziehungen relativ lose, sie werden neben der gegenseitigen Repräsentation in den Arbeitsgruppen über sog. „Liaison Statements“ geführt, die in der Regel themenspezifisch bestimmte inhaltliche Fragen klären. Sieht man diese Dokumente im Hinblick auf ENUM durch (Siehe die Liste der Liaison Statements im Anhang), so wirkt das Verhalten der ITU zwar etwas misstrauisch, wenn sie sich immer wieder erneut versichern lässt, dass die Gegenseite sich an die vereinbarten Regeln hält, doch für eine völkerrechtliche Organisation ist der Umgang mit den Internet-Organisationen, die nicht einmal juristische Personen sind, eben ungewohnt. Eine funktionierende und verlässliche Zusammenarbeit bei ENUM kann hier als vertrauensbildende Maßnahme wirken.

Die ENUM-Governancestruktur auf der internationalen Ebene lässt sich zusammenfassend als ein Fall von „hybrid governance“ charakterisieren (Engel 2001). Der private-transnationale Anteil betrifft die technologische und operative Seite, während der staatlich-intergouvernementale Part die politische Autorität beisteuert. Die Regelungen erreichen nicht das Niveau, dass man von „Verrechtlichung“ (Zangl/Zürn 2004) sprechen kann, sondern es handelt sich um ein verregelttes Regime zwischen privaten Akteuren und einer öffentlichen Organisation. Obwohl es im Fall ENUM um Technikentwicklung im Internet geht, kann man auch nicht von „governance by code“ sprechen, weil die Setzung von Regeln in textlicher Form der Nutzung des Domain Name System bzw. der Programmierung von Software für ENUM vorausgeht.⁹ Für die Nationalstaaten ist das etablierte ENUM-Arrangement autonomieschonend (Scharpf 1993), weil der hierarchische Aufbau des Nummernplans bei der Einbringung ins Domain Name

⁸ Die Richtlinien dienen auch dem Kennenlernen der jeweils anderen Organisationskultur. Im Fall ENUM ist jedoch anscheinend noch nicht zur ITU vorgedrungen, dass Internet Drafts ein Verfallsdatum haben, denn auf der ENUM-Website der ITU (<http://www.itu.int/osg/spu/enum/>) führen viele Links ins Nichts – sie verweisen auf längst gelöschte Entwürfe.

⁹ Es ließe sich aber argumentieren, dass die Umsetzung in Code die gesetzten Rahmenbedingungen zwar nicht übertreten, doch den gesteckten Korridor verkleinern kann Fuhrmann, 2002.

System nicht verloren geht. Also ist mit ENUM im Prinzip kein Souveränitätsverlust verbunden. Jede Regierung kann auf nationaler Ebene entscheiden, wie die Telefondomains reguliert werden sollen. Nur dadurch, dass im DNS eine noch höhere Ebene als die Ländercodes eingezogen wird, nämlich das Anhängsel e164.arpa, entsteht der Kompetenzkonflikt zwischen Internetwelt und Telefonwelt.

3.1.2 Die Top Level Domain .arpa und ihre Verwendung für ENUM

Die Verwendung der TLD .arpa für ENUM ist für manche ITU-Mitgliedstaaten, darunter Deutschland und Frankreich, ein Politikum ersten Ranges. Sie vertreten die Position, dass ENUM nicht auf Dauer in dieser TLD bleiben sollte. Zumindest aber müsse die ITU als administrativer Kontakt für e164.arpa im Whois dieser Domäne genannt werden. Dahinter steht letztlich die nur in der politischen Diskussion entscheidbare Frage, ob Telefonnummern noch Telefonnummern sind, wenn sie in Domainnamen umgewandelt werden, oder anders formuliert, ob die ENUM-Domänen durch ihren Gehalt oder durch ihren technischen Ausdruck definiert werden.

Die Pläne, ENUM in e164.int zu überführen (Rutkowski 2001), sind bis heute nicht ganz ausgeräumt. Denn die ITU arbeitet weiterhin daran, ihre Stellung in der Verwaltung der TLD .int zu stärken. Die Basis für dieses Handeln liefert die Resolution 102, die von der Bevollmächtigtenkonferenz in Marrakesch 2002 verabschiedet wurde. Darin wird schriftlich fixiert, dass der Direktor des TSB instruiert wird, eine Empfehlung zu erarbeiten, um das Management der TLD .int zu klären. Um diesen Auftrag auszuführen, haben die ITU-T und ICANN im September 2003 gemeinsam einen Workshop veranstaltet.¹⁰

Wie aus dem Bericht zum Workshop hervorgeht, arbeitet die ITU unter dem Arbeitstitel „E.int“ an einer Empfehlung, die die Registrierungsregeln für Namen in der TLD .int festlegt (ITU 2003). Das ist insofern hilfreich, da im Prinzip bis heute die allgemeine Regel aus RFC 1591 gilt, wonach .int „for organizations established by international treaties, or international databases“ zur Verfügung

¹⁰ Siehe TSB Circular 162 und zum Workshop <http://www.itu.int/ITU-T/worksem/int/index.html> .

steht. Der Gebrauch von .int für internationale Datenbanken, womit ursprünglich auch die Infrastrukturdienste für das Internet gemeint waren, wurde vom IAB beendet. Dementsprechend lauten die IANA Policies and Procedures für .int so, dass nur noch internationale Regierungsorganisationen einen Domainnamen in dieser TLD erhalten können. Die ITU ist ein geeignetes Forum, um Registrierungsregeln aufzustellen, welche Organisationen per Definition dazu zählen sollen und welche nicht. Doch sie sollte nicht versuchen, die Politik des IAB zu konterkarieren, selbst wenn sie die Telefonnummern aus „ihrem“ E.164-Nummernplan im Internet gerne unter .int speichern würde. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass nach wie vor die IANA Registry und Registrar für .int ist, so dass die Bemühungen der ITU bisher etwas merkwürdig sind und sozusagen in der Luft hängen. Die Zusammenarbeit von ITU und ICANN lässt den Schluss zu, dass die ITU gute Chancen hat, analog der „sponsored TLDs“ zum Sponsor für .int werden. Es ist allerdings unklar, nach welcher Prozedur die TLD an die ITU überschrieben werden könnte.

Für ENUM wäre wünschenswert, dass die Politik um die TLD .int und die Aufstellung von Registrierungsregeln keinen Einfluss auf die Technikentwicklung haben. Das IAB hat die ITU mehrfach darauf hingewiesen, dass Pläne, die ENUM-Domäne aus Gründen der symbolischen Politik in e164.int zu überführen, zu Zeitverzögerungen führen würden und einer Blockade der ENUM-Technologie gleich kämen:

„[P]roposals that ENUM be placed as a second-level domain of a TLD under the control of the ITU are, effectively, proposals to delay ENUM deployment for an indefinite period, as there are no TLDs that meet that criterion. And even such a TLD would be, in principle, subject to US Government intervention, just as all other TLDs are” (IAB 2001).

Außerdem scheint noch nicht genügend klar geworden zu sein, dass die Domäne, in der ENUM angesiedelt wurde, Bestandteil des ENUM-Standards ist, so dass jegliche Änderung daran eine Revision des Standards und damit ein neues IETF-Verfahren nach sich ziehen müsste, wie das IAB erklärt:

“We would further observe that changing the domain of the ENUM standard, from ‘e164.arpa’ to any other value, would require a standards action within the IETF. The IAB could not make such a change unilaterally, and any such proposal would involve a public and open review process” (IAB 2004b).

Nachdem die mühevolle Überarbeitung des ENUM-Standards erst Mitte 2004 abgeschlossen wurde, erscheint eine erneute Revision in jeder Hinsicht kontraproduktiv.

Die Vorbehalte gegen die Verwendung der Top Level Domain .arpa für ENUM beruhen teilweise auch auf einem Missverständnis. Mit dem Akronym ARPA verbinden viele Beteiligte primär die bekannte Forschungsförderungsagentur, die Advanced Research Projects Agency des amerikanischen Department of Defense. Daraus wird dann gefolgert, dass ENUM in der Domäne .arpa auf besondere Art und Weise mit dem US-Verteidigungsministerium verbunden sei oder direkt der US-Regierung unterstellt sei. Dies trifft nicht zu.

In der Tat ist die TLD .arpa ein Relikt aus der Frühzeit des Internet und geht ursprünglich auf das ARPANET zurück, das vom US-Verteidigungsministerium finanziert wurde. Doch das ARPANET wurde 1990 abgeschaltet, und die TLD .arpa wurde im Domain Name System für die umgekehrte Adressauflösung, also für die Auflösung von IP-Adressen in Domainnamen weiter verwendet („reverse mapping“ unter in-addr.arpa). Dieser Gebrauch führte dazu, dass die TLD .arpa zur Infrastruktur-Domäne des Internet erklärt wurde. Seitdem ist die TLD als „limited use domain“ (RFC 3245) definiert, mit dem Ziel, alle für die Funktionalität des Internet besonders kritischen Dienste unter .arpa zu betreiben. In diesem Zusammenhang erhielt .arpa im Jahre 2000 offiziell den Namen **„Address and Routing Parameter Area“**. Als Infrastruktur-Domäne wurden für die Verwaltung und den Betrieb von .arpa sehr hohe Standards festgelegt – nämlich dieselben, die für den Betrieb der Rootserver des DNS gelten. Die genauen Regelungen legte das Internet Architecture Board in RFC 3172 nieder.

Aus der Governance-Perspektive ist festzuhalten, dass die betreffende Agentur des US-Verteidigungsministeriums, DARPA, die TLD .arpa offiziell freigegeben hat, und das US-Handelsministerium die Nutzung der Domäne für Infrastruktur-Zwecke den IANA-Funktionen zugeordnet hat. Dementsprechend wurde die IANA als Inhaberin der Domäne im WHOIS registriert. Da die IANA-Funktionen von ICANN im Auftrag des US-Handelsministeriums wahrgenommen werden, erhielt ICANN die Aufgabe, in Kooperation mit den relevanten Gremien der technischen Koordination des Internet die TLD .arpa zu verwalten (RFC 3172, Appendix A). Der operative Betrieb von .arpa liegt also bei ICANN; die politische

Autorität, wie insgesamt im Domain Name System, letztlich bei der US-Regierung.

Dagegen entscheidet das IAB über neue Sub-Domains in .arpa, indem es im Standardisierungsprozess entstandene Vorschläge prüft und bei positivem Ergebnis die IANA anweist, die neue Sub-Domain in der TLD einzutragen. Eine Zustimmung ICANNs ist nicht vorgesehen, da laut Memorandum of Understanding zwischen der IETF und ICANN bezüglich der IANA (RFC 2860) neue Domainnamen in der Infrastruktur-Domäne nicht als „policy issues“ betrachtet werden. ICANN hat keine Regulierungsfunktion bei ENUM.

Derzeit existieren drei Sub-Domains in der Address and Routing Parameter Area:

- **in-addr.arpa** für die Auflösung von IPv4-Adressen in Domainnamen (IPv4 reverse address domain)
- **ip6.arpa** für die Auflösung von IPv6-Adressen in Domainnamen (IPv6 reverse address domain)
- **e164.arpa** für die Speicherung von Telefonnummern im Domain Name System (ENUM domain)

Der Registrant der ENUM-Domäne e164.arpa ist das Internet Architecture Board, wie eine Anfrage beim IANA Whois Service ergibt. Für den technischen Kontakt ist RIPE NCC eingetragen, denn das IAB hat den operativen Betrieb der Server für e164.arpa an die europäische Verwaltungsstelle für Internet-Adressen vergeben. Laut IAB hätten die drei großen regionalen Adressverwaltungen alle die strengen Kriterien erfüllt, doch die Auswahl fiel auf RIPE, weil es besonders große Erfahrung im Betrieb von Nameservern hat und die Rechtsordnung des Sitzlandes Neutralität gewährleistet (RFC 3245) – RIPE hat seinen Sitz in den Niederlanden.

Man kann problematisieren, dass das IAB keine juristische Person ist und bezweifeln, dass es Autorität besitzt, Domänen zu delegieren (Political Intelligence 2003: 48), doch mit einer legalistischen Perspektive wird man das Internet nicht verstehen. Es ist eine Stärke des Internet, möglichst informell und dezentral organisiert zu sein, um anpassungsfähig an den dynamischen technologischen Wandel zu sein. Dies impliziert, möglichst viel Koordination in

die Technik einzubauen (Eisner Gillett/Kapor 1997) und mit möglichst wenig hauptamtlichen Funktionären und Verwaltern auszukommen. Dadurch kann die ansonsten kaum vermeidliche Entwicklung korporativer Akteure mit organisationsbezogenen Eigeninteressen sowie die Trägheit von bürokratischen Apparaten ausgeschaltet werden. Der Fall ICANN zeigt, wie so eine Entwicklung verlaufen kann, wenn durch spezifischen Problemdruck von dem informellen Pfad abgewichen werden muss (Leib 2004). Einen entsprechenden Problemdruck sehen wir bei der ENUM-Verwaltung nicht.

Das Wissen über die Umwidmung von .arpa und die Rolle als Infrastrukturdomäne des Internet soll helfen, bestehende Irritationen zu beseitigen und zum Lernprozess der Regierungsakteure über die Institutionen des Internet beizutragen.

3.2 *Der Delegationsprozess und der Stand der autorisierten ENUM-Delegationen*

Das Verfahren zur Vergabe von ENUM-Länderdomänen wurde so institutionalisiert, dass, wie oben thematisiert, die ITU und ihre Mitgliedstaaten die politische Autorität innehaben. Die Regelungen sind vorläufig, insbesondere die ITU arbeitet an einer förmlichen Empfehlung zur ENUM-Verwaltung (Draft Recommendation E.A-ENUM).

RIPE NCC als Registerbetreiber von e164.arpa bearbeitet die eingehenden Delegationsanträge auf der Basis von Instruktionen, die das IAB ausgegeben hat. Danach wendet sich ein Bewerber mit seinem Antrag direkt an den Registerbetreiber. RIPE NCC veröffentlicht die Bewerbung, prüft sie auf Formfehler und leitet sie an die ITU weiter. Damit beginnt eine Frist von 60 Tagen zu laufen, während der das ITU-T TSB die Bewerbung billigen oder ablehnen kann. Im Falle einer positiven Antwort endet die Frist, und die ENUM-Länderdomäne wird sogleich delegiert und online geschaltet. Bei einer negativen Antwort der ITU wird der Antragsteller abgewiesen. Wenn die ITU innerhalb der Frist keine Anweisung gibt, wird dem Antrag stattgegeben und die beantragte Domäne an den Bewerber vergeben. Die öffentliche Anzeige des gesamten

Vorgangs im Internet ermöglicht, dass jedermann Einwände gegen einen Antrag vorbringen kann (IAB 2004a).

Auf Seiten der ITU wird vorläufig nach der „ENUM Administration ad interim“ vorgegangen. Wenn die ITU einen Delegationsantrag vom RIPE NCC erhalten hat, prüft sie zuerst, ob die gewünschte ENUM-Domäne einem gültigen Code des E.164-Nummernplans entspricht. Bei den Ländervorwahlen ermittelt die ITU sodann die Position des betreffenden Mitgliedstaates. Der Mitgliedstaat muss dem Antrag und damit zugleich dem Betreiber der nationalen ENUM-Registry innerhalb der 60-Tages-Frist explizit zustimmen, damit die ITU die Delegation freigibt. In allen anderen Fällen wird sie RIPE NCC die Verweigerung der Delegation mitteilen, entweder weil der Mitgliedstaat widersprochen hat oder weil keine Antwort von der involvierten Regierung eingegangen ist. Dadurch liegt die Letztentscheidung bei den Nationalstaaten, wie im ENUM-Verwaltungsverfahren der ITU vermerkt: „That is, the delegation will not take place until the concerned Member State has notified the TSB that it approves the delegation“ (ITU 2004). Außerdem kann der Staat jederzeit seine Position ändern oder eine Änderung der nationalen ENUM-Registry verlangen, was die ITU zur entsprechenden Umsetzung an das RIPE NCC weiterleiten wird.

Die folgende Abbildung stellt die beschriebenen Abläufe für den Fall einer erfolgreichen Delegation grafisch dar. Selbstverständlich ist es für alle Seiten hilfreich, wenn der Bewerber frühzeitig den Kontakt mit der zuständigen nationalen Behörde sucht. Ebenso empfiehlt das IAB, einen Antrag nicht nur an das RIPE NCC zu senden, sondern zusätzlich an das ITU-Büro, was jedoch formell nicht vorgeschrieben ist. Nach der Delegation wird die Beziehung zwischen der Tier 1-Registry und der Regierung auf eine Weise geregelt, die in der Hoheit jedes Mitgliedstaates liegt. Internationale Musterverträge gibt es hierfür nicht, so dass jeder Staat seine ENUM-Politik dem landesspezifischen institutionellen Kontext entsprechend gestalten kann. (Die Ausgestaltung auf der nationalen Ebene wird in Kapitel 4 näher betrachtet.)

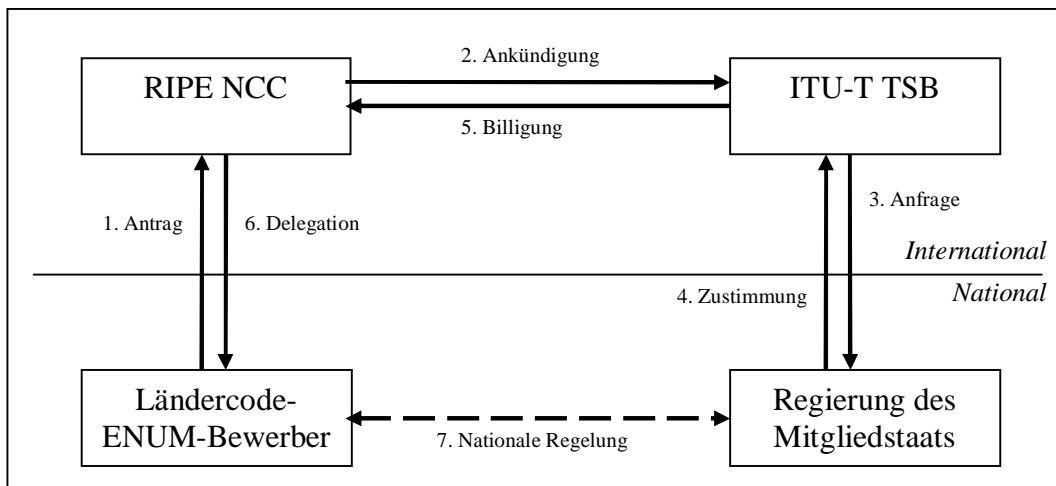


Abbildung 3: Das ENUM-Delegationsverfahren

Das ENUM-Delegationsverfahren zeichnet sich dadurch aus, dass es genau eine definierte Schnittstelle zwischen dem Registerbetreiber und der ITU gibt. Einerseits gelingt es damit der ITU, sich in der Governancestruktur einer Internet-Anwendung zu etablieren, andererseits wird durch diese Konstruktion vermieden, dass das RIPE NCC mit den unterschiedlichsten nationalen Regierungsstellen der Staaten in Kontakt treten und verhandeln muss. Hinzu kommt rein praktisch gesehen, dass die ITU ohnehin ein Verzeichnis der Kontaktadressen zu den zuständigen nationalen Regierungsstellen führt. So kann sich RIPE NCC auf den technischen Betrieb konzentrieren, während die ITU die politisch-administrativen Aufgaben übernimmt. Aus Effizienzgesichtspunkten kann man hier von gelungener Arbeitsteilung durch ein privat-öffentliches Arrangement sprechen.

Die bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt (Stand September 2004) erfolgten Delegationen sind in der untenstehenden Tabelle aufgeführt.¹¹

Datum der Billigung durch die ITU	Land bzw. Art	E.164 Code	Adressat der Delegation
2001-02-02 (Beendet u. gelöscht 2004-05-28)	Test Code	991 001	NeuStar Inc
2002-05-16	UPT Code, nicht-geographisch	878 10	VISIONng (Österreich)
2002-05-16	Deutschland	49	DENIC (Internet Registry)
2002-05-16	Großbritannien	44	DTI/Nominum
2002-05-23	Niederlande	31	Verkehrsministerium
2002-06-11	Österreich	43	Regulierungsbehörde / NIC.AT
2002-07-15	Ungarn	36	CHIP (Council of Hungarian Internet Providers)
2002-07-18	Polen	48	NASK
2002-07-19	Brasilien	55	Internet Registry
2002-08-12	Ascension	247	Regierung
2002-08-12	Diego Garcia	246	Regierung
2002-08-12	St. Helena	290	Regierung
2002-09-02 (Befristet bis 2005-06-30)	China	86	CNNIC (Internet Registry)
2002-12-10	Rumänien	40	ROENUM (Internet Registry)
2002-12-10	Schweden	46	Post- und TK-Behörde / NIC.SE
2003-01-13	Verein. Arab. Emirate	971	Etisalat
2003-02-26	Finnland	358	Regulierungsbehörde
2003-03-28	Frankreich	33	Staatssekretariat für Industrie
2003-06-04	Singapur	65	IDA (Regierung)
2003-06-04	Slowakische Republik	421	Ministerium für Verkehr und Kommunikation
2003-06-24	Tschechische Republik	420	CZ.NIC
2003-07-11	Armenien	374	Arminco Ltd
2003-10-01	Schweiz	41	Bundesamt f. Kommunikation / SWITCH (Internet Registry)
2003-10-21	Liechtenstein	423	SWITCH
2004-03-05	Shared Country Code für die Antarktis	882 34	Global Networks Switzerland AG
2004-05-25 (Befristet bis 2005-03-30)	Irland	353	Regierung

Tabelle 4: Gesamtliste der von der ITU gebilligten ENUM-Delegationen

¹¹ Sortiert nach Datum, OECD-Staaten fett gedruckt. Stand Juni 2004. Quelle: <http://www.itu.int/itudoc/itu-t/enum/enum-app.html> .

Der zeitlich zuerst vergebene Code +991 001, der an die US-Firma NeuStar ging, wurde Ende Mai 2004 aus dem ENUM-Register gelöscht, da das Unternehmen keine Verlängerung beantragt hat. NeuStar ist aber weiterhin im Bereich ENUM aktiv (Siehe Kapitel 5). Auffällig ist, dass erst 13 OECD-Länder, also nicht ganz die Hälfte der Industriestaaten, eine offizielle ENUM-Delegation in Anspruch genommen hat.¹² Die Gründe hierfür liegen darin, dass manche Staaten noch in der Informationsphase sind oder eine umfassende Vorplanung durchführen wie z. B. Australien.¹³

Im asiatischen Raum wird die ENUM-Entwicklung hauptsächlich von privaten bzw. der internationalen TK-Politik fern stehenden Akteuren vorangetrieben. So schlossen sich im Juli 2004 jeweils die Network Information Center von Japan, Korea, Singapur, China und Taiwan zum Asia Pacific ENUM Engineering Team (APEET) zusammen, um die ENUM-Entwicklungen zu bündeln. Die gemeinsamen ENUM-Trials finden außerhalb von e164.arpa statt, so dass erst gar keine staatliche Erlaubnis über die ITU erforderlich ist. Als Tier 0-Provider konnte APEET die Internet-Adressverwaltung des asiatisch-pazifischen Raums APNIC gewinnen. Das APNIC stellt die für ENUM notwendigen DNS-Dienste zur Verfügung, wobei die Telefonnummern in der Domäne apenum.org eingetragen werden sollen. Durch diese Vorgehensweise, die die Regierungen außen vor lässt, wird auch das Problem umgangen, dass Taiwan staatsrechtlich kein selbstständiger Staat ist und somit für die ITU nicht existiert. Die Insel hat zwar eine Telefonvorwahl (+886), doch in der offiziellen Liste der ITU wird dieser Code lediglich als „reserviert“ geführt. Taiwan kann also, solange es die Ein-China-Politik gibt, keine ENUM-Delegation beantragen.¹⁴ Nicht zuletzt an diesem Beispiel zeigt sich, dass Nummernverwaltung über technische Koordination hinaus geht und sich immer auch politische Gegebenheiten in technischen Adressräumen niederschlagen.

¹² Von den insgesamt 30 Mitgliedstaaten der OECD sind demnach 17 ohne ENUM-Delegation: Australien, Belgien, Kanada, Dänemark, Griechenland, Island, Italien, Japan, Korea, Luxemburg, Mexiko, Neuseeland, Norwegen, Portugal, Spanien, Türkei, USA.

¹³ Australien siehe http://www.aca.gov.au/telcomm/telephone_numbering/enum_nsg2/index.htm.

¹⁴ Die Situation wird zusätzlich dadurch verkompliziert, dass weitere Codes, die mit „88“ beginnen, vergeben sind. So müssten sich nicht nur Bangladesh (+880) und Taiwan einigen, wer

3.3 Die Rolle europäischer Organisationen im ENUM-Testbetrieb

Die **Europäische Union** ist am administrativen und operativen Betrieb von ENUM nicht beteiligt. Die Kommission beobachtet das Geschehen, informiert sich und hat 2001 eine Arbeitsgruppe eingesetzt, die berät, ob in Sachen ENUM Handlungsbedarf auf europäischer Ebene besteht. Die Ergebnisse dieser Gruppe aufgreifend hat der ONP-Ausschuss vor zwei Jahren anlässlich einer Sitzung der ITU-T Study Group 2 eine Stellungnahme bei der ITU abgegeben. Die Kommission begrüßt die Feldversuche und betont die Wichtigkeit, dass auf der internationalen Ebene eine anerkannte Governancestruktur aufgebaut wird. Sie appelliert an die nationalen Regierungen, sich mit ENUM zu beschäftigen und wettbewerbsfördernde und gemeinwohlverträgliche Lösungen zu suchen (European Commission 2002). Nach Auskunft der DG Information Society hat die Kommission keinen speziellen Fokus auf ENUM, sondern einen breiteren Blick auf die Konvergenz-Landschaft. Über die Möglichkeit, dass für den europäischen Telefonnummernraum mit dem Code +3883 eine ENUM-Delegation erhältlich wäre, wird nachgedacht, doch die Beantragung ist nicht aktuell geplant.

Des Weiteren hat die Europäische Kommission Mitte 2004 eine öffentliche Konsultation darüber abgehalten, wie die Internet-Telefonie bzw. Voice over IP-Netze in die europäische Rahmenregulierung eingebettet werden soll. Ein Abschnitt befasst sich dabei mit Nummerierung. Die Frage lautet, „What broader issues related to addressing do you see in the context of VoIP?“ Damit lässt sich ein Bezug zu ENUM herstellen, wenngleich ENUM in den Erläuterungen zur Frage nicht genannt wird (European Commission 2004b).¹⁵

Der Blickwinkel der Kommission auf ENUM kommt aus der Beschäftigung mit Konvergenz und Voice over IP. In den einschlägigen Studien, die die DG Information Society bei Consulting-Firmen in Auftrag gegeben hat, wird ENUM am Rande erwähnt (Analysys 2004) oder in einem Kapitel behandelt (Cullen International/Devoteam Siticom 2003). Eine Studie, die sich speziell dem Thema

die Domäne 8.8.e164.arpa verwaltet, sondern auch die Unternehmen in den Codes für globale Mobilfunkdienste (+881) sowie für globale Netze (+882).

¹⁵ Die zur VoIP-Konsultation eingegangenen Stellungnahmen sind online einsehbar unter http://europa.eu.int/information_society/topics/ecom/comm/doc/useful_information/library/public_consult/voip/index_en.htm .

Nummerierung und Konvergenz widmet, setzt sich eingehender mit ENUM auseinander. Nach Abwägung der Stärken und Schwächen von ENUM gelangt die Studie allerdings nicht zu klaren Schlüssen bezüglich ENUM, sondern es finden sich widersprüchliche Aussagen und viele offene Fragen: Die lesenswerte Studie endet mit Schlussfolgerungen „in the form of questions rather than answers“ (Political Intelligence 2003: 126).

Das **European Telecommunications Standards Institute (ETSI)** befasst sich im Rahmen von TISPAN mit ENUM.¹⁶ In diesem Zweig geht es generell um die Konvergenz von Telefonnetz und Internet, wobei ENUM in der Arbeitsgruppe TISPAN WG4 *Numbering, Naming, Addressing and Routing* behandelt wird. Die Arbeitsgruppe hat das Ziel, die Erfahrungen mit ENUM zu sammeln. Sie will die Interoperabilität zwischen den Feldversuchen ermöglichen, wenngleich unter Beibehaltung der nationalen Eigenständigkeit der ENUM-Trials (ETSI 2003).

Bei ETSI wurden Prinzipien aufgestellt, die von allen ENUM-Trials in Europa berücksichtigt werden sollen. Ein sehr wichtiger Punkt ist dabei die Niederlegung der opt-in-Regel als Grundsatz für User ENUM (ETSI 2002). Durch die frühe Festlegung auf dieses Prinzip wurde der Befürchtung, Kommunikationsdaten könnten ohne Zustimmung des Nutzers ins DNS eingetragen werden, wirksam begegnet, da die Regierungen in den ENUM-Trials sich auf die ETSI-Linie beziehen und in der Praxis berücksichtigen.

Ein weiteres ETSI-Instrument ist der „Plugtest“. Auf den Plugtest-Veranstaltungen können Hersteller die Kompatibilität ihrer Produkte testen. Im Frühjahr 2004 fand ein Vorbereitungsworkshop statt, auf dem über den Stand der Technik und der Trials in verschiedenen Ländern berichtet wurde. Für Mitte 2005 ist die Durchführung eines ENUM-Plugtests geplant. Durch diese Aktivitäten leistet ETSI Organisationshilfe für den Austausch und die Vernetzung der ENUM-Entwickler auf internationaler Ebene.

¹⁶ TISPAN entstand im September 2003 durch die Fusion der Gruppen TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization over Networks) und SPAN (Services and Protocols for Advanced Networks).

4 Der ENUM-Versuchsbetrieb in Deutschland im Vergleich zu Österreich, Großbritannien und den USA

In diesem Kapitel wird der ENUM-Versuchsbetrieb in vier Ländern analysiert, wobei Deutschland im Vordergrund steht und der Fallvergleich darauf abzielt, die nationalen Eigenheiten hervor zu heben. Analog zur Domänen-Autonomie, die konstitutives Merkmal des Domain Name System ist, bleibt die Implementation von ENUM ein nationale Angelegenheit. Zwar ist das Internet ein globalisiertes sektorales Innovationssystem, doch bei ENUM ist in allen Fällen immer eine Regierungsstelle involviert, da die Staatsregierungen die Souveränität über ihren nationalen Rufnummernplan behalten. Die Regierungen haben relativ großen Handlungsspielraum, innerhalb dessen sie entscheiden können, wie mit ENUM verfahren werden soll. Die Gestaltungsfreiheit der Akteure im nationalen Rahmen macht die Untersuchung des ENUM-Testbetriebs besonders interessant, denn auf der Basis gleicher technischer Ausgangsbedingungen kann eine Vielzahl von unterschiedlichen nationalen Arrangements entstehen. Die unterschiedlichen Institutionen in den einzelnen Staaten sind in gewissem Ausmaß funktional äquivalent, doch es gibt auch institutionelle Unterschiede sowie den Handlungsspielraum im Policy-Bereich, der die nationale politische Gestaltung ermöglicht – mit Folgen für die Realisierung des Potentials von ENUM. Selbst zwischen EU-Mitgliedstaaten, die alle die EU-Richtlinien im TK-Bereich in nationales Recht umsetzen müssen, gibt es signifikante Unterschiede. Das heißt, dass unterschiedliche Performanz in Sachen ENUM durch den institutionellen Kontext und durch die nationalen Policies im Implementationsprozess erklärt werden kann.

4.1 *Zur Fallanalyse: Indikatoren zur Beurteilung der nationalen ENUM-Feldversuche*

Zur Beurteilung der nationalen ENUM-Trials wurde ein Satz von Indikatoren gebildet, der an die einzelnen Fälle angelegt wird. Dabei kam es darauf an, aus der Menge der möglichen Variablen aussagekräftige Einflussfaktoren zu ermitteln,

die für ENUM relevant sind. Als Auswahlkriterium diene die Leitfrage, welche Faktoren sich am stärksten fördernd oder hemmend auf die Implementation von ENUM sowie auf Innovationen und Produktentwicklungen mit ENUM auswirken. Auf dieser Grundlage wurden die untenstehenden Indikatoren bestimmt:

- Regulatorische Rahmenbedingungen und Situation des nationalen Internet- und TK-Markts
- Initiation und Intention des Testbetriebs
- Implementation des technischen Betriebsmodells auf der nationalen Ebene
- Akteurkonstellation und Nutzerbeteiligung

Die Merkmale und Einflussgrößen, die in den jeweiligen Indikator eingehen, werden jeweils am Beginn der folgenden Unterpunkte dieses Kapitels näher erläutert. Darauf aufbauend werden mit Hilfe der Indikatoren die empirische Untersuchung der Fälle und der Vergleich durchgeführt.

4.2 Die regulatorischen Rahmenbedingungen und die nationale Marktsituation für ENUM

Die Regulierung und die Marktsituation in der Telekommunikation stehen in enger Wechselwirkung, so dass sie zusammen gesehen werden müssen. Beim Zusammentreffen von Internet und Telekommunikation gilt grundsätzlich, dass das Internet sich weitgehend selbstreguliert entfalten konnte, während die Telekommunikation nach der Entlassung aus dem öffentlichen Monopolbetrieb staatlich reguliert werden muss. Die TK-Regulierung ist im Fluss und im Umbruch begriffen – zum einen bedingt durch den technologischen Wandel und Konvergenzprozesse, zum anderen durch Umsetzung der EU-Richtlinien und die Novellierung der TK-Gesetze der „ersten Generation“ nach der Liberalisierung.

Im Fall ENUM interessiert primär, wie die Nummernverwaltung regulatorisch gehandhabt wird. Die Nummernverwaltung in der Telekommunikation ist auch nach der Liberalisierung eine hoheitliche Aufgabe geblieben, während im Internet der Privatsektor diese Aufgabe wahrnimmt – bei den Domainnamen durch regulierte Selbstregulierung und bei den IP-Adressen durch reine

Selbstregulierung der Internet Service Provider. Zunächst kommt es also darauf an, ob die Telefondomains als Domainnamen oder als Telefonnummern aufgefasst werden. Beides ist möglich: Eine ENUM-Domäne ist technisch betrachtet ein Domainname, inhaltlich eine Telefonnummer. Ein Merkmal für den Vergleich liegt somit darin, ob im nationalen Recht die ENUM-Domainnamen in die TK-Regulierung einbezogen werden oder nicht bzw. wenn ja, auf welche Art und Weise. Als weiteres regulatorisches Merkmal im Bereich der Nummernverwaltung kommt hinzu, ob und zu welchen Bedingungen die Regulierungsbehörden spezielle Nummerngassen für ENUM oder die Internet-Telefonie frei geben. Grundsätzlich spielt auch die Aufgeschlossenheit der Staatsverwaltung für Fragen des Internet eine Rolle.

Technisch betrachtet sind die ENUM-Domänen eindeutig Domainnamen. ENUM-Anwendungen sind daher prinzipiell Internet-Anwendungen. Da ENUM in erster Linie im Zusammenhang mit Internet-Telefonie gesehen werden muss, ist für potentielle ENUM-Produkte die Zahl der Internet-Breitbandanschlüsse die wichtigste Voraussetzung für den Markt, in den ENUM eintritt, denn nur die Besitzer solcher Anschlüsse sind potentielle ENUM-Kunden. Das primäre Merkmal für die Marktsituation ist also die Zahl der Internet-Breitbandanschlüsse bzw. die Durchdringung mit Breitbandhaushalten in einem Land. Der Markt für breitbandige Internet-Zugänge steht wiederum in engem Zusammenhang mit der Regulierungspolitik, denn die Politik bestimmt in starkem Maße mit, welche Anschlussarten angeboten werden können. Dies gilt insbesondere für die Bündelung von Telefon- und DSL-Anschluss vs. „naked DSL“ sowie für die Alternativen des Kunden bei der Zugangsinfrastruktur (Festnetz, Kabel oder Funk).¹⁷

4.2.1 Staatliche Nummernverwaltung und Domainnamen

Die wichtigste regulatorische Rahmenbedingung für ENUM besteht darin, ob Domainnamen oder ENUM-Domains unter die staatliche Nummernverwaltung fallen oder nicht. Da in allen Mitgliedstaaten der EU die neuen Richtlinien zur

Telekommunikation von 2002 (Koenig/Loetz/Neumann 2004: 73-86) in nationales Recht umgesetzt werden mussten, hatten die Gesetzgeber jeweils Gelegenheit, sich mit der ENUM-Problematik zu befassen. In Deutschland wurde diese Frage im Zuge der Reform des Telekommunikationsgesetzes (TKG) und der Telekommunikations-Nummerierungsverordnung (TNV) kontrovers diskutiert. Im Referentenentwurf zur TKG-Novelle war die Formulierung zur Nummernverwaltung zunächst so gefasst, dass Domainnamen wie auch ENUM-Domains in den Zuständigkeitsbereich der Regulierungsbehörde fallen sollten. Doch die deutsche ccTLD-Verwaltung DENIC sprach sich vehement dagegen aus, die staatliche Regulierung auf Domainnamen oder ENUM-Domains auszudehnen (DENIC 2003). Unter TK-Rechtsexperten war umstritten, ob die Identifizierungselemente des Internet, also Domainnamen und IP-Adressen, unter die Legaldefinition des Nummernbegriffs fallen. Namhafte Experten argumentierten dagegen und kamen zum Schluss, dass die Befugnis der RegTP sich nicht auf die Vergabe von Domainnamen erstreckt (Holznagel 2003) und auch ENUM-Domains von der staatlichen Nummernverwaltung auszunehmen seien (Koenig 2003). Diese Position hat sich als herrschende Meinung (Koenig/Loetz/Neumann 2004: 187) durchgesetzt und letztlich auch im verabschiedeten Gesetzestext niedergeschlagen.

Das neue deutsche Telekommunikationsgesetz ist am 26. Juni 2004 in Kraft getreten (Bundesgesetzblatt Jahrgang 2004, Teil I Nr. 29, S. 1190-1243). Im Abschnitt über die Nummerierung heißt es:

„Die Regulierungsbehörde nimmt die Aufgaben der Nummerierung wahr. (...) Ausgenommen ist die Verwaltung von Domänennamen oberster und nachgeordneter Stufen“ (TKG 2004: § 66 [1]).

Völlig ausgeschlossen ist ein Tätigwerden der RegTP bei ENUM-Domänen damit allerdings nicht. Denn die Einzelheiten der staatlichen Nummernverwaltung regelt die Nummerierungsverordnung, und diese Verordnung befindet sich Anfang 2005 weiterhin im Entwurfsstadium. In § 2 des Entwurfs erhält die Regulierungsbehörde die Aufgabe, in ihrem Amtsblatt zu veröffentlichen, welche Zeichenfolgen in ihrer Gesamtheit einen Nummernraum bilden und Nummern im

¹⁷ Weiterführende Daten zur Marktsituation, die über die Fragestellung des ENUM-Projekts hinausgehen, finden sich u. a. im jüngsten Bericht „Monitoring Informationswirtschaft“, der vom BMWA in Auftrag gegeben wurde TNS Infratest, 2004.

Sinne des TKGs sind. In der Begründung des Verordnungsentwurfs heißt es zu diesem Paragraphen:

„Für ENUM-Domänen kann die Integrität des deutschen Rufnummernplans im Rahmen der noch ausstehenden Zustimmung zum Wirkbetrieb gegenüber der ITU sichergestellt werden“ (TNV-E 2004).

Ausgehend von der derzeitigen Situation weist diese Aussage darauf hin, dass die RegTP für den ENUM-Wirkbetrieb einen Vertrag mit dem Betreiber der nationalen ENUM-Registry schließen wird, wie dies bereits im Versuchsbetrieb zwischen RegTP und DENIC der Fall ist.

Es ist also festzuhalten, dass in Deutschland Domainnamen von der staatlichen Nummernverwaltung ausgenommen sind und ENUM-Domains durch einen Vertrag zwischen Staat und Internet-Wirtschaft in der Form regulierter Selbstregulierung verwaltet werden.

In den Vergleichsländern wurden Regelungen getroffen, die im Wesentlichen die Gleichen sind wie in Deutschland. In Österreich wurde das Telekommunikationsgesetz 2003 novelliert (Mersich/Schauhuber 2004). Obwohl eine „Domainverordnung“ bereits ausformuliert war (Thiele 2002), wurde das Vorhaben, die Namensvergabe unter .at staatlich zu regulieren, nicht weiter verfolgt. Im österreichischen Telekommunikationsgesetz werden im Abschnitt „Adressierung und Nummerierung“ (§ 61) die „Kommunikationsparameter“ definiert als „die Gesamtheit aller möglichen Zeichen, Buchstaben, Ziffern und Signale, die unmittelbar zur Netzsteuerung von Kommunikationsverbindungen dienen“ (öTKG 2003). Das Wort „unmittelbar“ wurde eingefügt, um klarzustellen, dass Domainnamen von der staatlichen Verwaltung ausgenommen sind (BMVIT 2003). Wie in Deutschland, gibt es in Österreich für ENUM-Domains gewisse Vorgaben, die im Vertrag zwischen der Regulierungsbehörde RTR und dem Registerbetreiber ENUM.AT niedergelegt sind – mit dem entscheidenden Unterschied, dass Österreich Ende 2004 den ENUM-Wirkbetrieb aufgenommen hat.

Auch im Telekommunikationsrecht Großbritanniens sind die Domainnamen von der staatlichen Nummernverwaltung ausgenommen. Zum Communications Act

von 2003 (2003; Knopp 2003) hat die britische Regierung eine Ergänzung erlassen, in der es wörtlich heißt:

“Any number which is used as -

(a) an internet domain name;

(b) an internet address; or

(c) an address or identifier incorporating either an internet domain name or an internet address, including an email address,

shall be excluded from treatment as a telephone number for the purposes of Chapter 1 of Part 2 of the Communications Act 2003” (DTI 2003).¹⁸

Genauere Regelungen, wie ENUM-Domains behandelt werden sollen, existieren in Großbritannien bislang nur im Entwurf. Das Department of Trade and Industry legte im zweiten Halbjahr 2004 der Industrie die Pläne zum britischen ENUM-Wirktbetrieb zur Konsultation vor. Die Leitlinie des geplanten Arrangements sieht möglichst weit gehende Selbstregulierung vor (DTI 2004).

In den USA ist seit Aufkommen des Internet die vorherrschende Meinung, dass die TK-Regulierung nicht auf das Internet angewendet werden soll. Im Telecommunications Act (1996) definierte der US-Kongress als Ziel der amerikanischen Politik,

“to preserve the vibrant and competitive free market that presently exists for the Internet and other interactive computer services, unfettered by Federal or State regulation” (47 USC 230 [b][2]).

Die US-Regulierungsbehörde FCC hat dementsprechend das Internet als „enhanced service“ eingestuft, um es von Regulierung freizuhalten (Werbach 1997; Oxman 1999).

Im Übergang des Internet vom Forschungsnetz zum kommerziellen Universalnetz wurde die Namens- und Adressverwaltung des Internet privatisiert. Die staatliche Aufsicht über die generischen Top Level Domains (.com, .org, .net usw.) sowie über die Ländercodomain .us liegt bei der National Telecommunication and Information Administration (NTIA). Gemäß der „hands off“-Politik der US-Regierung stand es nicht zur Debatte, die Internet Domainnamen und Adressen staatlich zu verwalten.

¹⁸ Die Debatte des zuständigen Parlamentsausschusses über diese Regelung ist öffentlich dokumentiert House of Commons, 2003.

Die Einführung staatlicher Nummernverwaltung für das Internet wäre ohnehin ein bemerkenswertes Novum gewesen, denn anders als in Europa ist in den USA auch die Nummernverwaltung in der Telekommunikation privatisiert (Schwarz-Schilling 1997). Der US-amerikanische Nummernraum steht jedoch unter Aufsicht der FCC (47 USC 251 [e]). Die Verwaltung des „North American Numbering Plan“ (NANP) wurde an die Firma Neustar Inc. vergeben, wobei auch alle damit verbundenen Kosten von den Marktteilnehmern zu tragen sind.

Für die USA gilt also der Befund, dass es sowohl in der Telekommunikation als auch im Internet keine staatliche Nummernverwaltung gibt, so dass die Namens- und Nummernräume, einschließlich der ENUM-Domains, von privaten Akteuren gemäß staatlicher Vergabebedingungen bewirtschaftet werden.

Eine besondere regulatorische Rahmenbedingung der amerikanischen Rufnummernverwaltung liegt darin, dass im Nummernraum unter dem Code „1“ nicht allein die USA angesiedelt sind, sondern insgesamt 19 nordamerikanische Staaten und Territorien, einschließlich Kanada. Das Mitspracherecht dieser großen Zahl souveräner Akteure erhöht den Koordinations- und Verhandlungsaufwand bei der Einführung von ENUM in der Domäne 1.e164.arpa.

4.2.2 Durchdringung der Vergleichsländer mit Internet-Breitbandzugängen

Für den Markterfolg von ENUM-Produkten bestehen infrastrukturelle Voraussetzungen. Vor allem die Durchdringung eines Landes mit Breitband-Internetzugängen sowie die Angebotsstruktur und die Wettbewerbsintensität auf dem Breitbandmarkt sind die zentralen Merkmale der nationalen TK- und Internetmärkte für ENUM.

Weltweit befindet sich der Breitbandmarkt in einer Phase stürmischen Wachstums. In Deutschland gibt es nach den neuesten verfügbaren absoluten Zahlen 5,7 Mio. DSL-Zugänge der Deutschen Telekom und 0,9 Mio. der

Wettbewerber (Dezember 2004, vorläufige Daten der RegTP).¹⁹ Nach der letzten veröffentlichten Erhebung des Statistischen Bundesamtes verfügten im Jahre 2003 17% der bundesdeutschen Haushalte über einen Breitbandzugang zum Internet, während 80% der Internet-Haushalte eine Schmalbandverbindung über Analogmodem oder ISDN nutzen (Statistisches Bundesamt 2004a: 10). Auch im Unternehmensbereich ist der schmalbandige ISDN-Zugang vorherrschend. Nur 35% der Unternehmen haben einen Breitbandanschluss an das Internet. Dabei ist der Wert abhängig von der Unternehmensgröße: je größer das Unternehmen, desto höher der Anteil mit Breitbandanschluss ans Internet (Statistisches Bundesamt 2004b: 14-15). Obwohl die Werte aufgrund der hohen Wachstumsraten bei DSL-Zugängen Anfang 2005 bereits etwas höher liegen, kommt man nicht umhin, die relativ geringe Verbreitung von Breitbandanschlüssen als ungünstige Voraussetzung für ENUM festzustellen. Besonders im Unternehmensbereich dürfte sich dies als hemmend darauf auswirken, die Sprachkommunikation und das Erreichbarkeitsmanagement von Mitarbeitern mit Hilfe von ENUM über das Internet abzuwickeln.

Mit den oben genannten Werten liegt Deutschland im internationalen Vergleich im Mittelfeld. Gemessen an der Gesamtbevölkerung nutzten knapp 6% der Deutschen einen Breitbandanschluss, womit die Bundesrepublik im Durchschnitt der EU-15 lag (Stand Januar 2004). Innerhalb der Europäischen Union sind Dänemark, Belgien, die Niederlande und Schweden die Spitzenreiter bei der Breitbandpenetration. In diesen vier Ländern haben bereits mehr als 10% der Bevölkerung einen Breitband-Anschluss ans Internet. Wie die Europäische Kommission darlegt, sind dies zugleich die Länder, in denen der Wettbewerb bei Internet-Zugangstechnologien hoch ist. Es gibt also einen positiven Zusammenhang zwischen Infrastruktur-Wettbewerb und Anteil der Einwohner mit Breitbandzugang (European Commission 2004a).

Im Vergleich der Industriestaaten zeigen auch die Daten der ITU (Shaw 2004) und der OECD Deutschland im Mittelfeld. Weltweit mit Abstand führend in der Verbreitung von Breitbandanschlüssen ist Korea mit ca. 23 Anschlüssen pro 100 Einwohner. Auf den weiteren Plätzen folgen Länder, in denen 10-15 % breitbandig online sind (Kanada, Island, Dänemark, Belgien, Niederlande,

¹⁹ Breitband: Deutschland hinter Lettland. N24, 2003-12-23,

Schweiz, Schweden, Japan). Auf den weiteren Plätzen, im Block mit 5-10 Breitbandanschlüssen pro 100 Einwohner, liegen die USA, Finnland, Norwegen, Österreich, Frankreich, Deutschland, Spanien, Großbritannien und Portugal. Die Länder, die in dieser Arbeit untersucht werden, findet man also im OECD-Vergleich der Breitbandpenetration alle im Mittelfeld (OECD 2004c). Aus dem Ranking der Breitbandabdeckung darf man jedoch im Hinblick auf ENUM nicht die falschen Schlüsse ziehen. So ist zwar eine hohe Breitbandpenetration die wichtigste infrastrukturelle Voraussetzung, um das Marktpotential für ENUM zu erschließen, doch der Umkehrschluss, dass eine hohe Breitbandpenetration eine hohe ENUM-Aktivität bewirkt, gilt nach allem Wissen über die weltweit laufenden ENUM-Trials nicht. Die Rahmenbedingung, wie verbreitet Breitband-Internetzugänge in einem Land sind, stellt im Hinblick auf das Erkenntnisinteresse dieses Projekts einen Faktor dar, der die Erfolgchancen für ENUM beeinflusst. Daraus folgt aber auch, dass eine Breitband-Förderpolitik indirekt eine ENUM-Förderpolitik ist. Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse dieses Abschnitts zusammen.

	DE	AT	UK	US
Staatliche Nummernverwaltung: Domainnamen bzw. ENUM-Domänen ausgenommen?	Ja	Ja	Ja	Ja
Breitbandanschlüsse pro 100 Einwohner (davon DSL in %) ²⁰	6 (98 %)	8 (44 %)	6 (57 %)	10 (33 %)

Tabelle 5: Zusammenfassung: Regulatorische Rahmenbedingungen und Breitband-Anschlüsse

4.3 Initiation und Intention der ENUM-Feldversuche in den Vergleichsländern

Die Frage nach der Initiation und nach den Intentionen des Testbetriebs dient als Indikator dafür, welchen Einfluss der Zeitpunkt des Starts oder die Ziele der Feldversuche auf das Vorankommen und auf die Position des Landes im „Innovationswettbewerb“ haben. Außerdem ist relevant, welche Akteure die ENUM-Aktivität beginnen, welche Unterstützung sie finden und auf welche Hindernisse

<http://www.n24.de/wirtschaft/branchen/index.php/a2004122312260951509> .

²⁰ OECD-Daten gerundet, Stand Dezember 2003 OECD, 2004c.

sie stoßen. Es ist zu erwarten, dass die Initiatoren auch im Feldversuch die treibenden Kräfte bilden und die nationale ENUM-Governancestruktur prägen.

Was die Ziele des Feldversuchs angeht, so ist zu erwarten, dass klar definierte Ziele und Leitbilder in Verbindung mit einem guten Projektmanagement schneller dazu führen, dass der Wirkbetrieb aufgenommen werden kann. Demgegenüber laufen umfassende Trials, die nach allen Seiten offen sind, die für alle denkbaren Eventualitäten eine Lösung entwickeln wollen und die das Ende des Feldversuchs nicht vordefinieren, Gefahr, stecken zu bleiben oder solange im Versuchsbetrieb zu verharren, bis das Möglichkeitsfenster für ENUM-Innovationen sich geschlossen hat.

In **Deutschland** ging die Initiative für den ENUM-Testbetrieb von der Internet-Wirtschaft aus. Als Zeitpunkt kann der Brief vom Juni 2001 dienen, den die DENIC e. G. an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie schrieb. In diesem Schreiben erklärte die deutsche Domainverwaltung, dass sie von vielen Seiten der deutschen Internet-Wirtschaft gebeten worden sei, in Sachen ENUM aktiv zu werden. Daher bat die DENIC das Wirtschaftsministerium um seine Zustimmung, um die deutsche ENUM-Domäne einrichten und betreiben zu können (DENIC 2001). Der Schriftwechsel zwischen dem Bundeswirtschaftsministerium und DENIC legte offen, dass der Staat einige Bedenken bei der Verwendung von Rufnummern im DNS hatte.²¹ Diese kamen auch bei einem Informationsaustausch über ENUM zur Sprache, den der IT-Verband Bitkom anregte und der im Juli 2002 im Wirtschaftsministerium stattfand. Zwar solle die Entwicklung von ENUM nicht durch Regulierung behindert werden, doch die Integrität des Telefonnummernraums müsse gewährleistet sein. Außerdem sehe man die Verwendung der TLD .arpa kritisch (Heise News 2002-07-26). Eine öffentliche Konsultation wie in anderen Ländern gab es nicht, sondern die deutsche Politik folgte dem üblichen Modell der korporatistischen Abstimmung zwischen Staat und Verbänden.

Nach der Einigung auf das Interim-Verfahren zur ENUM-Verwaltung auf der internationalen Ebene, gab die deutsche Bundesregierung im März 2002 grünes Licht für den Feldversuch, worauf die ITU drei Monate später RIPE NCC anwies,

²¹ ENUM Request Archives, Germany +49 <http://www.ripe.net/enum/request-archives/enum-request-arch+49/> .

den Ländercode 49 für ENUM an die DENIC e. G. zu delegieren.²² Die DENIC wurde als Domaininhaber der ENUM-Domäne 9.4.e164.arpa eingetragen. Die Regelung des ENUM-Versuchsbetriebs in Deutschland wurde im August 2003 vorerst abgeschlossen, als die DENIC eine vertragliche Beziehung mit der Regulierungsbehörde für Post und Telekommunikation einging (Ermert 2003). In dem Vertrag verpflichtete sich die DENIC, die Internet-Standards der IETF und deutsche Gesetze einzuhalten sowie für diskriminierungsfreien Zugang zu ENUM-Domains und fehlerfreie Registrierung zu sorgen. Außerdem wurde die private Registry in Sachen ENUM gegenüber dem Staat berichtspflichtig. Von staatlicher Seite wurde betont, dass es sich um einen Test handle und dass der Vertrag kein Präjudiz für einen späteren Wirkbetrieb darstelle (DENIC-Reg TP-Vertrag 2003). Ein zeitlicher Rahmen für den Feldversuch wurde nicht festgelegt.

In Deutschland wurde keine besondere Organisation gegründet, um den ENUM-Versuch durchzuführen. Dies war auch nicht erforderlich, denn vielmehr übernahm die DENIC, die bekanntlich ihrer Form nach eine Genossenschaft der deutschen Internet-Wirtschaft ist, alle mit ENUM verbundenen organisatorischen und technischen Tätigkeiten. Um die ENUM-Technologie bekannt zu machen, wurden eine Website und eine Mailing-Liste eingerichtet, die allen Interessierten offen steht. Wie im Feldversuchs-Vertrag vorgegeben, rief die DENIC mit den zweimal jährlich stattfindenden „ENUM-Tagen“ eine öffentliche Veranstaltungsreihe ins Leben, die seit der ersten Tagung im September 2003 stetig steigende Teilnehmerzahlen aufweist und zum zentralen nationalen Forum zu ENUM in Deutschland geworden ist. Die ENUM-Tage in ihrer Funktion als Austausch- und Kontaktpunkt haben einen sozialen Wert in der Technikentwicklung, der kaum überschätzt werden kann.

Als Ziele des deutschen ENUM-Trials definierte die DENIC in Abstimmung mit der Bundesregierung (DENIC-Reg TP-Vertrag 2003):

- Entwicklung, Implementation und Betrieb eines Registrierungsverfahrens für ENUM-Domains. Dieses Verfahren soll automatisiert, schnell, effizient, kostengünstig sein.

²² ITU Approval <http://www.ripe.net/enum/request-archives/enum-request-arch+49/ITU-20020610.pdf> . Siehe auch Heise online news, 2002-05-17.

-
- Einrichtung und Betrieb eines möglichst fehlerfreien Verfahrens zur Überprüfung der Identität und fortdauernden Nutzungsberechtigung des Registranten.

Die Ziele umfassen also die Ausgestaltung der Registry-Registrar-Beziehungen, die technische Kommunikation zwischen den Parteien sowie die Prüfung von Möglichkeiten der Rufnummernvalidierung.

In **Österreich** war es die Regulierungsbehörde, die Ende Juli 2001 den ENUM-Prozess durch ihren Aufruf, Stellungnahmen abzugeben, einleitete. Im August/September 2001 führte die Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH (RTR) eine öffentliche Konsultation durch und stellte Fragen zur Administration, zum Potential und zur Implementation von ENUM. Eine der Fragen zielte konkret darauf ab, ob ein Feldversuch notwendig sei und welche Ziele ein solcher Versuch haben sollte (RTR 2001a). Aus den sieben eingegangenen Stellungnahmen ging hervor, dass ein Testbetrieb nützlich wäre, um mehr über die Funktionalität von ENUM zu lernen. Aufgrund der geringen Beteiligung an der Konsultation, schloss die RTR, dass das Interesse an ENUM noch relativ gering war, griff aber den Vorschlag auf, ein nationales Forum einzurichten, um Ziele zu definieren und frühzeitig Problemlösungen im Konsens aller Beteiligten zu erreichen (RTR 2001b).

Daraufhin rief die Regulierungsbehörde im Februar 2002 das „ENUM Forum Österreich“ ins Leben. Neben der Behörde waren die TK-Branche (Telekom Austria, ÖFEG, Siemens, Alcatel), die nationale Domainverwaltung (NIC.AT) und zwei IT-Dienstleister (Kapsch, Infonova) vertreten. Die Regulierungsbehörde spielte weiter eine aktive Rolle im Diskussionsprozess. Nachdem die Forumsteilnehmer entschieden hatten, einen Feldversuch zu starten, führte die RTR eine zweite öffentliche Konsultation durch, um sich darüber zu informieren, wie die politischen Rahmenbedingungen für den ENUM-Test gestaltet werden könnten (RTR 2002a). Zugleich beantragte sie die Delegation des Ländercodes 43 bei der ITU und erhielt die Genehmigung im Juni 2002. Die Domainverwaltung NIC.AT, die die Domainnamen in der österreichischen Ländercode-TLD .at pflegt, wurde für die Testphase auch zum Registerbetreiber für die ENUM-Domäne 3.4.e164.arpa bestimmt. Im weiteren Verlauf baute NIC.AT die technische Infrastruktur auf und richtete die offene „Austrian ENUM Trial

Platform“ (AETP) ein, an der sich die an ENUM interessierten Unternehmen ohne nennenswerte Beitrittschürde beteiligen konnten. Schließlich wurde im November 2002 der Trial-Vertrag (Memorandum of Understanding) zwischen RTR und NIC.AT geschlossen, womit der Feldversuch offiziell beginnen konnte (RTR 2002b; Stastny 2004a).²³

Was die Ziele und die Zeitplanung des Tests in Österreich angeht, so legte das Memorandum of Understanding fest, dass die erste Trial-Phase bis zum 30. Juni 2003 laufen und anschließend das weitere Vorgehen geprüft werden sollte. Als Ziele nannte der Vertrag (RTR 2002b):

- Evaluierung der Prozesse zwischen Registry und Registrar
- Evaluierung des vorgegebenen Rollenmodells (das Golden Tree Modell)
- Erfahrungssammlung über effiziente Validierungsmethoden
- Definition von Schnittstellen gegenüber Dritten

Weitere Ziele sowie die Verfahrensregeln für den Testbetrieb gaben sich die Gründungsmitglieder der Trial-Plattform selbst. Insbesondere legten sie fest, dass im Konsens entschieden werden sollte und dass die Bereitstellung der Infrastruktur sich auch auf Software für die ENUM-Nutzer erstrecken sollte (AETP 2002).

In **Großbritannien** wurden die Vorbereitungen für den ENUM-Trial durch einen Workshop eingeleitet, den das Department of Trade and Industry (DTI) im Juni 2001 veranstaltete. Im Anschluss daran gründete sich die UK ENUM Group (UKEG), um das weitere Vorgehen zu koordinieren. Die Gruppe bestand aus Unternehmen der Telekommunikations- und der Internet-Industrie sowie aus Regierungsvertretern und Nutzergruppen. Sie legte einen ambitionierten Projekt- und Managementplan vor, der die Fragen und Probleme detailliert ausführte, welche im ENUM-Versuch geklärt werden sollten (UKEG 2002). Die Delegation des Ländercodes 44 für ENUM erfolgte im Juli 2002. Der Staat wurde in Form des DTI zum Inhaber der britischen ENUM-Domäne 4.4.e164.arpa, während der technische Kontakt bei Nominum Ltd angesiedelt wurde. Nominum ist der

²³ Das Vorhaben der österreichischen Firma VisionNG, unter dem Code 878 10 ENUM-Dienste anzubieten, kam nicht wie geplant voran, weil diese Vorwahl allein schon im Telefonnetz nicht von allen PSTN-Betreibern unterstützt wird und somit Anrufe nicht durchgängig geroutet werden können.

führende Software-Dienstleister für ISPs und nicht zu verwechseln mit Nominet.UK, der ccTLD-Verwaltung Großbritanniens. Ungeachtet dessen beteiligte sich Nominet als Mitglied im ENUM-Test.

Für die Durchführung des Feldversuchs wurde im November 2002 zusätzlich die UK ENUM Trial Group (UKETG) eingerichtet. Ein Memorandum of Understanding setzte die Rahmenbedingungen und regelte die Beziehungen der Beteiligten (UKEG 2002). Die Beteiligung am Feldversuch war offen, doch musste das MoU von jedem Teilnehmer am Trial unterzeichnet werden, womit zugleich den Bedingungen der UKEG zugestimmt wurde. Während die UKEG als Lenkungsausschuss fungierte und den Kontakt zu den Regierungsstellen wie dem DTI und der Regulierungsbehörde OFCOM/OFTEL²⁴ hielt, war die UKETG für den operativen Ablauf des ENUM-Trials zuständig.

Neben den Registry-Registrar-Beziehungen und der Validierung setzte sich die UKEG zum Ziel (UKEG 2002; UKETG 2003),

- Schnittstellen und Prozesse zwischen allen Akteuren im ENUM-Kontext zu evaluieren,
- Implikationen von ENUM für das Domain Name System zu beurteilen,
- ENUM-basierte Anwendungen aus technischer und aus Nutzerperspektive zu testen,
- die Kosten und den ökonomischen Nutzen von ENUM einzuschätzen.

Damit gingen die Ziele des britischen Trials von der Differenziertheit und vom Umfang über die Zielsetzungen der anderen Feldversuche hinaus.

In den USA schaltete sich die Regierung relativ früh – bereits im Dezember 2000 – in die aufkommenden ENUM-Aktivitäten ein. Die Agentur, durch die die US-Regierung ihre IuK-Politik betreibt, die National Telecommunication and Information Administration (NTIA), lud zu einem Roundtable-Gespräch ein, um staatlichen Handlungsbedarf bei ENUM zu prüfen.²⁵ Da sich auf internationaler Ebene die ITU mit der Sache befasste, wurde ENUM auch im US-Außenministerium zum Thema. Dort wurde die Angelegenheit dem International

²⁴ Das Office of Telecommunications OFTEL, die britische Regulierungsbehörde für Telekommunikation, hörte am 29. Dezember 2003 auf zu bestehen. Ihre Aufgaben wurden in das neue OFCOM (Office of Communications) eingegliedert.

²⁵ NTIA ENUM Roundtable, 2000-12-18,
<http://www.ntia.doc.gov/oiahome/enum/121800enum.htm> .

Telecommunication Advisory Committee (ITAC) übergeben, einem Gremium aus Vertretern von Staat, Industrie und Wissenschaft, das die Positionierung der USA in der ITU vorbereiten hilft. Die ITAC ENUM-Arbeitsgruppe²⁶ legte dem State Department im Juli 2001 ihren Bericht vor, der der US-Regierung empfahl, in der ITU den weltweit koordinierten ENUM-Verzeichnisbaum unter e164.arpa zu unterstützen, ohne dadurch andere innovative ENUM-Implementationen auszuschließen (Lampert & O'Connor P.C. 2001: 6-7).

Der Bericht empfahl, die Arbeit über ENUM in einer offenen Gruppe der Industrie weiterzuführen, und so wurde das US ENUM Forum (www.enum-forum.org) gegründet, das im August 2001 zum ersten Mal zusammentrat (ENUM Forum 2001). Die Liste der Gründungsmitglieder las sich wie ein Who's who der amerikanischen Telekommunikationsindustrie – alle großen der Branche wie AT&T, MCI, SBC, Sprint und Verizon sowie der Nummernverwalter NeuStar waren vertreten. Das Forum richtete fünf Arbeitsgruppen ein, die sich mit den verschiedenen Bereichen wie Systemarchitektur, Anwendungen, Sicherheit und Datenschutz befassten. Über allen Zielen, die sich die Arbeitsgruppen setzten und die denen der anderen ENUM-Trials glichen, stand die Frage, wie die Tier 1-Registry in einem Nummernraum aufgebaut werden sollte, zu dem insgesamt 19 Staaten und Territorien Nordamerikas gehören (ENUM Forum 2002).

Die Arbeit im ENUM Forum zog sich länger hin als geplant. Es dauerte bis Anfang 2003, bis den Regierungsstellen ein umfassendes Dokument vorgelegt werden konnte, das sich jedoch hauptsächlich mit den Registry-Registrar-Beziehungen beschäftigte und nur allgemeine Leitlinien für die Verwaltung der Tier 1-Ebene geben konnte (ENUM Forum 2003a). In der US-Regierung sorgte man sich, bei ENUM zurückzufallen, und so verlangte das Handelsministerium größere Anstrengungen, einerseits international bei der ITU, doch vor allem national, um mit der ENUM-Implementation in den USA voranzukommen (NTIA 2003). Die drei mit ENUM befassten Regierungsagenturen im Handelsministerium, im Außenministerium und bei der FCC wandten sich gemeinsam an das ENUM Forum und forderten die Unternehmen auf, eine private, von der Industrie getragene Lösung zu finden, die Wettbewerb zulassen und zugleich „as inclusive as possible“ sein sollte (USG 2003).

²⁶ “ITAC-T Study Group A Ad Hoc on ENUM”

Zum Ende des Jahres 2003 veröffentlichte das ENUM Forum schließlich ein Papier, das die praktikablen Alternativen und ihre Vor- und Nachteile systematisch aufarbeitete (ENUM Forum 2003b). Im Januar 2004 präsentierte das ENUM Forum die verschiedenen alternativen Betriebsmodelle dem Handelsministerium, und im Laufe des Jahres konkretisierten sich die Pläne, eine Gesellschaft mit beschränkter Haftung einzurichten. Ende Oktober 2004 war es soweit, als die „Country Code 1 ENUM Limited Liability Company“ (CC1 ENUM LLC) gegründet wurde – formell mit Sitz in Delaware, USA, wegen der dort günstigen gesellschaftsrechtlichen Bestimmungen (CC1 ENUM LLC 2004b).

Obwohl der offizielle ENUM-Feldversuch in den USA noch nicht begonnen hat (Stand Anfang 2005), liefen bereits einige Projekte der Industrie, die auf dem ENUM-Protokoll beruhten. Streng genommen handelte es sich nicht um ENUM-Trials, sondern um Projekte, die Telefonnummern im DNS abbildeten und sich an RFC 2916 orientierten. Denn der ENUM-Standard enthält die Aussage, dass E.164-Nummern im Domain Name System in der Domäne e164.arpa gespeichert werden. Das Unternehmen Neustar Inc. hatte zwar von der ITU speziell den Test-Code 991 001 zugewiesen bekommen, doch der Trial wurde in der Domäne 1.0.0.1.9.9.rfc2916.net durchgeführt.²⁷ Einer der frühesten Versuche, nämlich das gemeinsame Projekt „ENUM World“ von VeriSign und Telcordia, das im Dezember 2000 startete, hat seine Tore bereits wieder geschlossen.²⁸ Weitere Projekte wurden von den Firmen Netnumber Inc. sowie von Pulver.com durchgeführt.

	DE	AT	UK	US
Initiator	Wirtschaft	Staat	Staat	Staat
Zeitpunkt	Juni 2001	Juli 2001	Juni 2001	Dez. 2000
Verfahren	Bilaterale Verhandlungen	Öffentliche Konsultation	Workshop	Roundtable
Admin-c der ENUM-Domäne	privat (DENIC eG)	staatlich (RTR)	staatlich (DTI)	(noch keine Delegation)

Tabelle 6: Vergleichsdaten zur Initiation der ENUM-Trials

²⁷ Siehe Trial Information <http://www.enum.org/information/trial.cfm> .

²⁸ VeriSign And Telcordia Announce Opening of the First Public ENUM Trial, 2000-12-20. http://www.verisign.com/corporate/news/2000/pr_20001220.html . Unter der vormaligen Website des Projekts www.enumworld.com findet sich nur noch eine Umleitung zu einem Registrierungsunternehmen für Domainnamen.

Die Tabelle fasst die wichtigsten Daten zum Start der ENUM-Trials in den Vergleichsländern zusammen.

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass die ENUM-Aktivitäten in den Vergleichsländern etwa zur gleichen Zeit beginnen, mit einem leichten Vorsprung der USA. Der Startzeitpunkt ist aber keine Garantie für eine führende Position bei den ENUM-Tests. Vielmehr kommt es auf die konkreten Problemstellungen in den Ländern an. Weiterhin kann festgestellt werden, dass der Staat in den Vergleichsländern in der Initiationsphase eine aktivere Rolle gespielt hat als in Deutschland. Daraus entstehen nicht unbedingt Nachteile, sondern diese Tatsache ist so zu beurteilen, dass gerade in den pluralistischen angelsächsischen Ländern der Staat eher eine Koordinationsfunktion übernehmen muss, während in den korporatistischen Staaten wie in Deutschland die Verbände solche Funktionen übernehmen können oder wie in Österreich eine Verzahnung von Staat und Verbänden stattfindet. Indem die nationale ENUM-Domäne auf die DENIC registriert wurde, wurde in Deutschland denn auch am konsequentesten die Rechtslage umgesetzt, dass Domainverwaltung keine Staatsaufgabe ist.

4.4 Die Implementation des technischen ENUM-Betriebsmodells

Bei diesem Merkmal für den Fallvergleich kommt es primär darauf an, die länderspezifische Umsetzung des Golden-Tree-Betriebsmodells zu analysieren. Wie oben (Kap. 2) gezeigt wurde, gibt die technische Architektur des Domain Name System das Betriebsmodell für ENUM vor. Die ENUM-Organisation muss der Baumstruktur des DNS folgen. Dies gilt vor allem für den koordinierten Ansatz (Golden Tree), doch dasselbe würde für jeden einzelnen Verzeichnisbaum in einem Umfeld mit einer Vielfalt von alternativen, ENUM-ähnlichen Implementationen gelten (Silver Trees). Trotzdem würde es zu weit gehen, wenn man sagen würde, die ENUM-Governancestruktur wird durch die Technik des DNS vollständig determiniert. Doch wie an anderer Stelle theoretisch ausgeführt (Leib 2002) ist der Möglichkeitsraum, das Domain Name System zu organisieren, begrenzt. Das wichtigste Grundprinzip ist dabei, dass die Registerdatenbank (Registry) jeder Domäne eine Einheit bilden muss. Die rechtliche Form des

Registerbetreibers kann variieren. Der Registry-Betreiber kann staatlich, öffentlich-rechtlich, genossenschaftlich oder privat sein – kurz, er kann jede erdenkliche Organisationsform haben, doch es kann pro Domäne nur einen Betreiber geben. An dieser technischen Notwendigkeit des DNS lässt sich nicht rütteln. Es ist jedoch möglich, das solitäre Register mit mehreren selbstständigen Eintragungsstellen (Registrars) zu versehen. Das Modell „Eine Registry – viele Registrars“ hat sich in der Praxis weitgehend durchgesetzt, und es zeichnet sich ab, dass dies auch bei ENUM so sein wird.

Was die Implementation des technischen Betriebsmodells angeht, so haben Deutschland und Österreich ein reines Golden Tree-Modell realisiert, während Großbritannien eine zusätzliche Ebene in die ENUM-Verwaltung eingebaut hat und die USA solche Modelle geprüft wurden.

Im reinen Golden-Tree-Modell gibt es nur eine einzige Tier 1-Registry (Single Tier 1 Registry). In **Deutschland** ist dies die DENIC, in **Österreich** die ENUM.AT. Da die ENUM-Verwaltung den gleichen Rahmenbedingungen unterworfen ist wie das Domain Name System, ist es absolut sinnvoll, dass eine einzige Organisation das Zentralregister einer Domäne führt. Eine Domain-Registry lässt sich nicht teilen – sie ist technisch eine Einheit und am effizientesten unter der Verantwortlichkeit *einer* zuständigen Organisation zu betreiben. Die Technik lässt in diesem Fall keinen Wettbewerb zu. Sehen wir uns vor diesem Hintergrund den Fall Großbritannien an.

In **Großbritannien** empfahl die UK ENUM Group, dass das Golden Tree-Modell realisiert werden sollte und entsprechend eine singuläre Tier 1-Registry eingerichtet werden sollte (UKEG 2002). Es waren jedoch drei Unterehmen daran interessiert, die Registry zu betreiben und keiner wollte zurückzuziehen. Da man durch den Feldversuch niemandem einen Vorteil verschaffen wollte und für den Test ein kooperatives Vorgehen gegenüber einer Ausschreibung für besser hielt, wurden alle drei Unternehmen an der Tier 1-Registry beteiligt. Es handelte sich dabei um:

- Internet Computer Bureau plc²⁹

²⁹ ICB ist außerdem technischer Betreiber der Tier 1-Registry für Diego Garcia (+246), Ascension (+247) und St. Helena (+290)

-
- NeuStar Inc.
 - Nominet.UK

Dieses Modell der „Multiple Tier 1 Registries“ war von der UKEG zwar im Vorfeld diskutiert, aber abgelehnt worden. Die Überlegungen gingen dahin, die Unternehmen während der Trial-Periode zeitlich nacheinander eine Single Registry betreiben zu lassen oder den Nummernraum unter den Betreibern aufzuteilen (Holmes 2002). Man entschied sich für letztere Lösung, so dass der britische Nummernraum dreigeteilt wurde und jeweils ein Bereich einem Registerbetreiber zugewiesen wurde. Diese Vorgehensweise sorgte für hohe Komplexität, die eigentlich nicht erwünscht war und Ressourcen band, um dieses Modell zu beherrschen. Als Ausweg wurde eine zusätzliche, übergeordnete Ebene in das Betriebsmodell eingezogen, die sogenannte „Meta Tier 1 Registry“ (Reid 2004). Doch die Einrichtung der „Meta Tier 1 Registry“ bedeutete nichts anderes als eine umständliche Reparatur des Betriebsmodells, um eine Golden Tree-Struktur herzustellen – nur eben mit einer „Single Meta Tier 1 Registry“. Das in Großbritannien gewählte Modell brachte nicht die „Golden *Three*“ an Stelle des „Golden *Tree*“ hervor, sondern teilte lediglich den Stamm des einen ENUM-Baumes in drei Teile, die auf höherer Ebene wieder verbunden werden mussten.

In den USA ergab sich aus der Problematik mit dem mehrere Staaten umfassenden Nummernraum unter dem Ländercode 1 eine ähnliche Situation wie in Großbritannien. Das US ENUM Forum prüfte ebenfalls das Modell der „Multiple Tier 1 Registries“. In seiner Analyse der Betriebsmodelle untersuchte es drei Alternativen genauer (ENUM Forum 2003b):

- Single Tier 1 Registry für alle NANP-Länder
- Single Tier 1 Registry nur für die USA
- Multiple Tier 1 Registries nur für die USA

Bei den letzten beiden Modellen wurde zusätzlich ein Unterfall unterschieden, in dem eine sogenannte „Skinny Tier 1-Registry“ zwischen Tier 0 und Tier 1 vorgesehen war – daher kam auch die Bezeichnung „Tier 0,5“ auf (Murphy 2004). Analog zum britischen Fall wurde also eine Meta-Registry zur Wiederherstellung des vollständigen ENUM-Verzeichnisbaumes für notwendig erachtet. In der amerikanischen Architektur-Variante wurde als „Skinny Tier 1“ eine Registry verstanden, die nur für die Domäne 1.e164.arpa verantwortlich wäre, während

eine Ebene darunter mehrere Tier 1-Registries in bestimmten Nummernbereichen unter Verwendung der Numbering Plan Areas (NPA, vergleichbar der Ortsvorwahl in Deutschland) angesiedelt würden. Zum Beispiel wäre eine solche Registry dann für 3.7.9.1.e164.arpa zuständig gewesen.

Mit der Gründung der CC1 ENUM LLC haben sich die Nordamerikaner grundsätzlich für eine alleinige Registry für alle NANP-Länder und somit für das Golden Tree-Modell entschieden. Eine zusätzliche Ebene, auf der die Vorwahlbereiche verwaltet werden, soll unterhalb der Ländercode 1-Domäne eingezogen werden. Um im internationalen Sprachgebrauch konsistent zu bleiben, wird die oberste Ebene Tier 1A genannt, die NPA-Verwaltungsebene darunter Tier 1B. Die Registrars bleiben wie üblich Tier 2, und sie wickeln ihre Beziehungen mit dem jeweiligen Betreiber der Tier 1B-Ebene ab, der für die zu registrierende ENUM-Domäne zuständig ist.

Aus dem britischen und dem amerikanischen Fall ist zu schließen, dass das Modell der „Multiple Tier 1 Registries“ als gescheitert gelten muss. Vor allem der britische Fall kann den staatlichen Stellen, die mit ENUM befasst sind, als praktische Untermauerung dessen dienen, was auch theoretisch hinlänglich bekannt ist (Leib 2002), nämlich dass Wettbewerb *innerhalb* einer Registry technisch nicht funktioniert, höhere Kosten verursacht und dem Verbraucher nicht nützt.

Über die „Verfassung“ des Registry-Betriebs hinaus besteht große Gestaltungsfreiheit, wer an den nationalen ENUM-Feldversuchen teilnehmen kann, wie offen sie ausgelegt werden und welche sozialen Institutionen sich um das technische Betriebsmodell herum entwickeln. Die soziale Seite des Betriebsmodells geht in das folgende Merkmal ein.

4.5 Akteurkonstellation und Nutzerbeteiligung in den nationalen ENUM-Trials

Als weiteres Merkmal, das für die Innovationschancen für ENUM relevant ist, wird die Akteurkonstellation betrachtet. Dabei kommt es zunächst auf die Akteure selbst an, also welche Spieler aus welchen Bereichen sich überhaupt am

Feldversuch beteiligen.³⁰ Die Akteure sollen wie folgt grob in vier Klassen eingeteilt werden.

- Staat
- Wirtschaft
- Wissenschaft
- Nutzerorganisationen

Bei den staatlichen Akteuren in den Feldversuchen handelt es sich in erster Linie um die Regulierungsbehörden für Telekommunikation sowie um Ministerien und Agenturen mit Kompetenzen in den Bereichen Telekommunikation, Wirtschaft und Innovation. In allen hier betrachteten Ländern waren die Regierungen in die ENUM-Feldversuche involviert, allerdings in unterschiedlicher Art und Weise und Intensität. In Deutschland und Österreich nahmen sie durch die Vertragsgestaltung relativ starken Einfluss auf die Feldversuche, während in Großbritannien die Regierung eher koordinierend eingriff. Letzteres gilt auch für die USA, die der Industrie zwar informell Vorgaben machte, aber ansonsten großen Handlungsspielraum ließ.

Auffällig ist, dass in Deutschland kein spezielles Gremium für ENUM ins Leben gerufen, sondern die DENIC die Organisation des Feldversuchs alleine übernahm. Als private Genossenschaft und Interessen aggregierender Akteur in der deutschen Internet-Wirtschaft stellt die DENIC ohnehin ein Forum für alle Domain-Belange dar. Diese Forums-Funktion kam auch im Rahmen des deutschen ENUM-Trials durch offene Kommunikation und persönlichen Austausch zum Tragen. In den Vergleichsländern wurden speziell für ENUM neue Institutionen eingerichtet – in Österreich die Trial Platform, in Großbritannien die UK ENUM Group und in die USA das US ENUM Forum. Diese Gremien dienen in allen Ländern der Organisation und dem Austausch von Experten. Trotz der grundsätzlichen Offenheit der Feldversuche kann man in keinem Land von einer Breitenwirkung von ENUM in der Gesellschaft sprechen. Dazu ist die ENUM-Technikentwicklung schlichtweg ein zu spezielles Thema.

Die Akteure aus der Wirtschaft lassen sich grundsätzlich in Unternehmen aus dem TK-Sektor und solche aus dem Internet-Sektor aufteilen. Doch die Grenzen

³⁰ Zur Beteiligung der unterschiedlichen Akteurgruppen sei auch auf die Studie des Wissenschaftlichen Instituts für Kommunikationsdienste verwiesen Elixmann, Hillebrand, Schäfer and Wengler, 2004.

zwischen TK- und Internetsektor sind durch den Fortschritt der technischen Konvergenz von Daten- und Telefonnetzen fließend geworden. Vor allem die Ex-Monopolisten der Festnetztelefonie sind in der Regel zugleich große, wenn nicht die größten Internet Service Provider eines Landes geworden. Prinzipiell gilt aber, dass ENUM eine Internet-Anwendung ist und es daher spezielle Gründe geben muss, wenn traditionelle TK-Unternehmen sich konstruktiv für ENUM engagieren sollten.

Für ENUM ist relevant, wie die Interessenlage der einzelnen gewinnorientierten Akteure im Hinblick auf die Verwendung von Telefonnummern und die damit verbundenen Geschäftsmodelle aussieht. Grob gezeichnet sehen die Szenarien so aus, dass die Festnetzanbieter und die Mobilfunkanbieter ein Interesse daran haben, dass sie weiterhin per Vergabe einer Telefonnummer an einen Teilnehmer die Kontrolle über den Netzzugang haben bzw. bei Anwahl einer Telefonnummer die Kontrolle über die Terminierung der Verbindung. Ein Bypass über das Internet unter Nutzung der ausgegeben Nummer muss aus der Sicht der Netzbetreiber verhindert werden – wenn dies nicht als kostenpflichtiger Dienst angeboten werden kann. Zugleich stellen sowohl die Festnetz- als auch die Mobilfunkbetreiber ihre Netze auf IP um. Sie verfolgen dabei allerdings den Ansatz des „kontrollierten Internet“ und lösen sich vom klassischen Ansatz des offenen Internet, das durch Intelligenz an den Enden und das „dumme“ Netzwerk charakterisiert ist.

Die Festnetzanbieter versuchen durch ihre Geschäftspolitik zu erreichen, dass der Schrumpfungsprozess im traditionellen Festnetzgeschäft möglichst langsam vor sich geht oder gestoppt werden kann, z. B. durch die Umstellung der Tarifierung von variablen zu fixen Gebühren. So ist es nachzuvollziehen, dass die großen Festnetzanbieter zwei Hauptinteressen an den ENUM-Feldversuchen haben. Erstens beobachten sie, ob durch ENUM Internetanwendungen möglich werden, die dem Festnetzgeschäft abträglich sein könnten. Da dem nicht so ist, hat bei einigen das Interesse bereits wieder nachgelassen bzw. sich in den zweiten Bereich, nämlich Carrier ENUM, verlagert.

In Deutschland beteiligt sich die Deutsche Telekom zwar aktiv am Feldversuch, doch die Federführung hat mit der DENIC ein Akteur aus dem Bereich des Internet. Dagegen spielt in Österreich die Telekom Austria eine gewichtigere

Rolle in der Trial-Gruppe, was jedoch auch dem Engagement von Einzelpersonen geschuldet ist. In Großbritannien und den USA sind der TK-Sektor und der Internet-Sektor in etwa gleichgewichtig vertreten. Die Mobilfunkanbieter nehmen kaum an den Feldversuchen teil. Es scheint so, dass ihren Geschäftsmodellen durch ENUM weder Gefahr droht noch dass sie mit ENUM-Anwendungen Geld verdienen können.

Die Unternehmen des Internet-Sektors stellen die aktivste Gruppe in den Trials dar. Besonders die Domain-Unternehmen, Registrars und ISPs, die in das Geschäft mit der Internet-Telefonie einsteigen wollen, beteiligen sich an den Feldversuchen. Allerdings steht die Produktentwicklung bei User ENUM noch am Anfang, und trotz Offenheit und Kooperation werden auch im präkommerziellen Stadium gute Geschäftsideen nicht öffentlich vorgetragen. Hier muss man abwarten, was sich nach dem Übergang in den Wirkbetrieb tut, wenn die Unternehmen die Rechtssicherheit auf Dauer haben, die in den Trials nicht gegeben ist.

Die Beteiligung der Wissenschaft ist von Bedeutung, weil die Tradition des Internet als Forschungsnetz immer noch lebendig ist (Werle/Leib 1998). Forschungsprojekte der Informatik oder Aktivitäten der Uni-Rechenzentren führen dazu, dass innovative Anwendungen sehr früh in den universitären LANs und in den Wissenschaftsnetzen realisiert und getestet werden können – ohne den Druck, möglichst schnell ein Produkt am Markt haben zu müssen. Und vor allem mit einer Vielzahl aufgeschlossener studentischer oder wissenschaftlicher Nutzer. In Deutschland nehmen sowohl das Deutsche Forschungsnetz (DFN) sowie das Landeshochschulnetz Baden-Württemberg (BelWü) am ENUM-Trial teil. Besonders aktiv ist die Universität des Saarlandes, die ENUM im Rahmen eines Internet-Telefonie-Projektes für Studierende und Mitarbeiter testet (Scherer 2004). In Österreich ist die Wissenschaft über das Projekt AT43 an der Universität Wien in den ENUM-Test integriert. Dagegen findet man in Großbritannien und in den USA praktisch keine Vertreter aus dem universitären Umfeld in den offiziellen Gremien der ENUM-Tests bzw. deren Vorbereitung. Im britischen Forschungsnetz JANET wie auch im amerikanischen Verbund Internet2 finden zwar umfangreiche Projekte zu Voice over IP statt, aber da bei diesen der Standard für die Internet-Telefonie SIP im Vordergrund steht, bewegen sich diese

Projekte rein im Namens- und Nummernraum des Internet und nicht in dem der Telefonwelt.

In der Analyse der Akteurkonstellation spielt die Frage nach der Nutzerbeteiligung eine wichtige Rolle, besonders, wenn man sich mit Innovationen im Internet befasst. Im konkreten Fall geht es hierbei um die Beobachtung, wie offen die ENUM-Feldversuche für die Beteiligung von Nutzergruppen oder Individualnutzern sind. Einerseits geht es darum, dass die Nutzer die Chance haben, ihre Interessen einzubringen. Andererseits geht es aber auch um die Chance der Unternehmen, sich durch nutzerorientiertes Innovationsmanagement einen strategischen Vorteil am Markt zu verschaffen.

Generell gilt, dass die Erwartungen an Nutzerbeteiligung in der Technikentwicklung des Internet sehr hoch sind, weil das Netz zumeist als „demokratisches Medium“ angesehen wird. Außerdem tragen die Nutzer selbst zur Innovationsdynamik in der Informationstechnologie bei, was im Begriff „user-driven innovation“ ausgedrückt wird und als besonderes Innovationsmuster beschrieben wird (Bar/Riis 2000; van de Poel 2003). Bei einer Technologie wie ENUM ist zusätzlich zu bedenken, dass der Nutzer durch die offene Architektur des Internet als „user-provider“ auftreten kann und dadurch für sich selbst oder für alle Teilnehmer des globalen Internet Dienste entwickeln und anbieten kann (Rutkowski 1999; Rutkowski 1997).

Die ENUM-Feldversuche in der vorliegenden Studie sind allesamt offen für Nutzerbeteiligung. Der erste Schritt zur Partizipation besteht darin, sich auf der Mailing-Liste einzutragen. Dies ist in allen untersuchten Ländern über ein Webformular möglich, außer im Fall der UKETG in Großbritannien. Weiterhin können Interessierte die ENUM-Mailing-Listen von RIPE und der IETF beziehen und sich beteiligen. Auch die Teilnahme an ENUM-Konferenzen und Tagungen steht den Nutzern offen. Allerdings ist das Niveau der technischen Diskussion hoch, so dass die Partizipation in der ENUM-Technikentwicklung nur bei entsprechendem Kenntnisstand sinnvoll ist.

Das Interesse der potentiellen Endnutzer an den ENUM-Feldversuchen ist gering. Die Gründe hierfür liegen darin, dass der praktische Nutzen mangels Produkten noch nicht ausreichend sichtbar ist. Überdies gibt es selbst bei durchschnittlichen

Internetnutzern Unwissenheit und Missverständnisse, was ENUM ist und was man prinzipiell damit machen könnte. Das Wissen ist aber verfügbar und öffentlich zugänglich, z. B. auf den jeweiligen Webseiten der Feldversuche. Aber darum müssten die Nutzer sich aktiv kümmern, wobei angesichts des ständig mit Neuheiten aufwartenden Internet- und TK-Industrie kein Anreiz besteht, wenn es noch keine ENUM-Anwendungen gibt. Erst wenn Dienste vermarktet werden, sorgen die Unternehmen mit ihrer Werbung für die Information und Stimulierung der potentiellen Nutzer. Natürlich kann dies dann so gestrickt sein, dass der Nutzer gar nicht weiß, dass er ENUM benutzt, weil der Standard in das Produkt eingebettet worden ist und die Attraktivität nicht darin besteht, dass „ENUM inside“ ist, sondern was man mit dem Produkt machen kann.

Was die tatsächliche Nutzerbeteiligung in den Feldversuchen angeht, kann man zusammenfassen: Offenheit, Information und Partizipationsmöglichkeiten sind gegeben, doch im Entwicklungsstadium verlangt ENUM hohen Sachverstand und es kann noch nicht mit überzeugenden Produkten für Aufmerksamkeit in einem großen Nutzerkreis gesorgt werden.

Für die Nutzerperspektive liefert der internationale Vergleich die Erkenntnis, dass die grundlegenden Eigenschaften der ENUM-Technologie in der Standardisierung festgelegt wurden, so dass der Nutzerpartizipation im Standardisierungsprozess der größte Stellenwert zukommt. Die Nutzerbeteiligung an den Feldversuchen dient im Fall ENUM primär der Bewusstseitsbildung für die technologische Entwicklung, weniger der Mitbestimmung bei der Produktentwicklung. In der gegenseitigen Kommunikation können einerseits Bedürfnisse der Nutzer an die Entwickler herangetragen werden und andererseits Bedürfnisse der Nutzer nach neuen Diensten geweckt werden. Die benutzerfreundlichen Leitbilder in der Technikgenese von ENUM können jedoch nicht darüber hinweg täuschen, dass die wesentlichen technologischen Merkmale und somit auch der Rahmen für die potentiellen Anwendungen in der Standardisierung festgelegt werden, während in den ENUM-Feldversuchen in dem Korridor, den der Standard aufspannt – sozusagen „im Rahmen des Möglichen“ – nach innovativen und vermarktungsfähigen Anwendungen gesucht wird.

4.6 Generelle Probleme in den ENUM-Trials

Wie oben bei den Zielsetzungen der ENUM-Trials in den untersuchten Ländern gezeigt, gibt es zentrale Fragen, die in allen Feldversuchen eine Rolle spielen. Zwar ist es möglich, dass im jeweiligen nationalen Arrangement verschiedene Lösungen gefunden werden. Doch die Herangehensweise in den Ländern ähnelt sich stark, und die Schwierigkeit, überhaupt praktikable Lösungen zu finden, haben alle Länder gemeinsam. Da sich die Trialteilnehmer auf den internationalen Konferenzen austauschen, besteht ein übernationales Problembewusstsein und die Regelungen, die in einem Trial getroffen werden, werden von den übrigen rezipiert. In den folgenden Abschnitten werden die größten Aufgaben behandelt, ohne jedoch einen systematischen Ländervergleich vorzunehmen.

4.6.1 Datenschutz und informationelle Selbstbestimmung der Nutzer

Die Diskussion über die Datenschutzproblematik hat die Entwicklungen der ENUM-Technologie von Anfang an begleitet. Seit den ersten Szenarien über User ENUM, war klar, dass alle Kommunikationsadressen im öffentlichen Domain Name System gespeichert werden würden, möglicherweise verbunden mit dem bei Domainnamen üblichen WHOIS-Eintrag, die den Domaininhaber eindeutig identifizieren. Es wurde von verschiedensten Seiten darauf hingewiesen, dass die Sicherstellung des Datenschutzes ein ernstes und komplexes Problem für ENUM sei (INTUG 2001; EPIC 2002; Greenfield 2002; CDT 2003). Eine Studie für die EU warnte, dass die Technologie mit den EU-Datenschutzrichtlinien schwerlich in Übereinstimmung zu bringen sei und somit die Datenschutzprobleme für ENUM prohibitiv sein könnten (Political Intelligence 2003). Ein besonders kritischer Beobachter hielt gar das Vorantreiben der ENUM-Technologie durch die Ingenieure für „sozial unverantwortlich“ (Clarke 2003).

Die frühzeitige Bewusstseinsbildung hat dazu beigetragen, dass das Datenschutzproblem in den ENUM-Trials auf die Liste der Fragen kam, zu denen die Feldversuche eine Antwort geben sollen. Manche Befürchtung hat sich als überzogen erwiesen – so die des drohenden „Identitätsdiebstahls“ bei der Nutzung

von ENUM (INTUG 2001; Dixon 2002). Dieses Problem wird vor allem in den USA diskutiert, doch bestehen die Anreize zum „identity theft“ weniger für Kommunikationsadressen, sondern ganz überwiegend im Finanzsektor, wo der Dieb mit den Daten des Bestohlenen an Geld kommen kann (O'Brien 2004). In Europa hat diese neue Form der Kriminalität dank strengem Datenschutz bisher keine große Bedeutung, wohingegen sie in den USA ein stark wachsendes Problem ist. Der „Identitätsdiebstahl“ wurde vom US-Kongress als schwere Straftat eingestuft und die Federal Trade Commission mit der Überwachung beauftragt.³¹ Für ENUM ist dies von untergeordneter Bedeutung, doch eine hohe Sicherheit der Daten gegen Manipulationen durch Dritte ist prinzipiell anzustreben. In diesem Zusammenhang könnte für ENUM indirekt die neue Regelung im TK-Recht von Belang werden, dass Diensteanbieter verpflichtet sind, eine von einem Dritten veranlasste Anrufweitschaltung unentgeltlich abzustellen, soweit dies technisch möglich ist.

Eine andere Befürchtung lag darin, dass Unternehmen, die ENUM implementieren, die Kommunikationsadressen von Bestandskunden ohne deren Wissen in das DNS eintragen könnten. Es wurde die Frage gestellt, ob die „opt-in“-Regelung überhaupt sichergestellt werden könnte (ICB 2002; ICB 2003). Die Debatte über das opt-in- und das opt-out-Prinzip wurde in die offiziellen Gremien getragen, und so legte das ETSI in seiner Empfehlung zur ENUM-Verwaltung nieder, dass für öffentliche ENUM-Verzeichnisse das opt-in-Prinzip gelten solle (ETSI 2002). In den Feldversuchen wurde dies in den Verträgen zwischen den Regulierungsbehörden und den Tier 1-Registries umgesetzt. Es bleibt jedoch eine Aufgabe, die Umsetzung des opt-in-Prinzips zu kommunizieren, um das Vertrauen der Nutzer in die Technologie herzustellen. Durch das opt-in Prinzip bleibt die informationelle Selbstbestimmung der Nutzer gewahrt (Siehe auch Punkt 5.5 End User ENUM).

Das größte Problem für den Datenschutz bei ENUM liegt in der internationalen Durchsetzbarkeit der geltenden Regelungen. Für die ENUM-Implementationen in einem Land gelten die jeweiligen nationalen Bestimmungen, d. h. die Anbieter müssen sich an die Datenschutzgesetze halten. Da im nationalen Betrieb nur Telefonnummern unter dem Ländercode eines Staates zum Einsatz kommen,

³¹ Siehe die ID Theft Webseiten der FTC: <http://www.consumer.gov/idtheft/> .

könnte man vermuten, dass sich der Datenschutz durch staatliche Kontrolle überwachen lässt. Nicht zuletzt enthält das Telekommunikationsgesetz von 2004 neue, einheitliche Datenschutzregelungen, wonach die Unternehmen den Schutz personenbezogener Daten bei Erhebung und Verwendung derselben gewährleisten müssen (Ohlenburg 2004). Doch im globalen Internet entstehen grenzüberschreitende Datenschutzprobleme, denn selbst wenn sich die nationalen Anbieter an die Gesetze halten oder bei Verstoß sanktioniert werden können, ist es von jedem Fleck der Erde mit Internetzugang aus möglich, das öffentliche ENUM-Verzeichnis abzufragen und Kommunikationsadressen zu sammeln und missbräuchlich zu verwenden.

Der leichteste und größte befürchtete Missbrauch besteht in „spam calls“, also unerwünschten Anrufen, die analog zu den unerwünschten E-Mails „SPIT“ (Spam over Internet Telephony) getauft wurden. Zwar arbeiten die Internet-Entwickler fieberhaft an Techniken, damit das Spam-Problem in der Internet-Telefonie erst gar nicht die Größenordnung wie bei E-Mail annehmen kann. Dabei gilt auch für ENUM, dass das Verbrauchervertrauen erst hergestellt werden kann, wenn sich die technischen Lösungen in der Praxis bewähren und die Sicherheit der Technologie zum allgemeinen Wissenstand wird.

Was die Datenschutzproblematik angeht, gilt das Ergebnis einer Studie: „The successful take-up of ENUM services by consumers may well depend on a satisfactory solution of privacy concerns“ (TMDenton 2003: 18). Staat und Wirtschaft können gemeinsam Lösungen suchen, um gute Entfaltungsbedingungen für ENUM zu schaffen, wobei die Veröffentlichung persönlicher Daten im grenzenlosen Internet immer ein Risiko birgt, über das die Verbraucher aufgeklärt werden müssen. Letztlich tragen auch die Nutzer selbst Verantwortung im Umgang mit ihren Daten im Internet. Recht und Technik können sich hierbei ergänzen durch das „Zusammenspiel aus informationeller Selbstbestimmung und selbstbestimmter Information“ (Hornung 2004: 8). Dabei wird der rechtliche Schutz durch Gesetze und Verordnungen des Staates geleistet und vom Nutzer durch technischen Schutz in Form von „privacy enhancing technologies“ (PET).

4.6.2 Validierung der vergebenen Rufnummern – oder neue Nummern?

Unter Validierung versteht man ein Verfahren zur Überprüfung, ob der Antragsteller einer ENUM-Domain identisch mit dem Inhaber des Nutzungsrechts an einer Telefonnummer ist. Außerdem muss festgestellt werden, ob alle Daten aus dem Vertragsverhältnis mit dem Telefondienstanbieter korrekt sind. Die Validierung ist erforderlich, um die Integrität des Nummernraums zu erhalten, was für die staatlichen Rufnummernverwaltungen das zentrale Kriterium bei der Beurteilung der ENUM-Feldversuche ist. Zu Recht, denn der Nutzwert eines Adressraums ist nur dann gegeben, wenn der gewünschte Teilnehmer eindeutig über die Kommunikationsadresse identifizierbar und ansprechbar ist. Will man, wie bei ENUM vorgesehen, den riesigen Bestand an ausgegebenen Telefonnummern für die Verwendung im Internet einsetzen, muss man nicht nur die Eindeutigkeit der Adressierung, sondern auch die Nutzungsberechtigung der Adressen in unterschiedlichen Netzen und Vertragsverhältnissen sicherstellen. Validierung ist also eine notwendige Bedingung für User ENUM.

Entsprechend viel zeitliche und personelle Ressourcen wurden und werden im ENUM-Betrieb in die Entwicklung von Validierungsverfahren investiert. Grundsätzlich wird zwischen der erstmaligen Validierung zum Zeitpunkt der Antragstellung für eine ENUM-Domäne und der regelmäßigen Re-Validierung während der Nutzung unterschieden. Für die Durchführung der Validierung gibt es unterschiedliche Modelle, jedoch keinen Königsweg (DENIC 2002). Die Verfahren werden an den Gegebenheiten der Domainregistrierung gemessen, d. h. sie sollen schnell, automatisch und sicher sein.

Im deutschen ENUM-Trial stand zunächst die Validierungs-Agency der Deutschen Telekom im Mittelpunkt (www.validierung-enum.de). Es lag nahe, dass der Akteur, der über die meisten Vertragsdaten aus Telefonanschlüssen verfügt, sich in diesem Bereich engagiert. Die Telekom hat ein Validierungsverfahren für die ausgegebenen Rufnummern der T-Com entwickelt. Sie bietet diesen Dienst den ENUM-Registraren während des Versuchsbetriebs kostenlos an und erhofft sich aus den im Test gewonnen Erfahrungen, den Service nach den Bedürfnissen der Registrare verfeinern und zu einem späteren Zeitpunkt als kostenpflichtigen Dienst anbieten zu können.

Im Laufe des Testbetriebs wurde an Alternativen gearbeitet. So hat die Firma Portunity Mitte 2004 ein eigenes, webbasiertes Verfahren vorgestellt, das vollautomatisch während der Registrierung einer ENUM-Domäne abläuft. Bei dieser Lösung erhält der Antragsteller, wenn er seine Festnetznummer einträgt, einen computergenerierten Anruf, bei dem ein Zahlencode genannt wird, den der Kunde wiederum in das Webformular eingeben muss. Stimmen die Daten überein, gilt die Rufnummer als erfolgreich validiert. Bei einer Mobilfunknummer läuft das Verfahren gleich, nur dass anstatt des Anrufs eine SMS generiert wird. Diese Validierungstechnik wird anderen ENUM-Registraloren zur Nutzung angeboten.³² Auf dem ENUM-Tag der DENIC im September 2004 zeigte außerdem ein erfahrener Anbieter in der Datenvalidierung – das Unternehmen FUZZY! – sein Interesse an ENUM.

Trotz der verfügbaren Techniken und Methoden können die Validierungsprobleme nicht als vollständig gelöst gelten, was aber kein Hinderungsgrund für den Übergang in den Wirkbetrieb sein sollte. Das Thema Validierung von Rufnummern bleibt ein zentrales Thema für ENUM. Die Verfahren müssen weiter entwickelt und verbessert werden. Grundsätzlich ist zu bedenken, dass es schwierig ist, objektive Maßstäbe anzulegen, wann ein Validierungsverfahren als hinreichend gilt, um die Integrität des Nummernraums zu gewährleisten. Da die staatlichen Akteure das Hauptaugenmerk auf diesen Aspekt legen, müssen die Behörden in dieser Frage abwägen. Und weil die Validierung eine notwendige Bedingung für User ENUM ist, wird die ENUM-Technologie blockiert, wenn die staatlichen Auflagen zu hoch sind.

Der Blick in die Vergleichsländer zeigt, dass dort ebenfalls viel Aufwand für Validierung betrieben wurde.³³ In Großbritannien wurden die Schwierigkeiten anfangs weit unterschätzt, so dass die Notwendigkeit, große Trial-Ressourcen in die intensive Befassung mit dem Thema Validierung zu stecken als „painful experience for all“ (Reid 2004) empfunden wurden. Ein funktionierendes Online-Verfahren existiert bislang nicht. Im Feldversuch in Österreich hat die „Validation Subgroup“ eine technologieneutrale Lösung erarbeitet, die die Fehlerhäufigkeit im Validierungsverfahren als Maßstab anlegt (RTR 2004c). Dieser Ansatz wurde für den Wirkbetrieb übernommen, wobei die Regulierungsbehörde in

³² <http://www.portunity.net/article17010.html>

Zusammenarbeit mit ENUM.AT über die Einhaltung wacht und die ENUM-Registrare bzw. die Validierungsstellen strenge Auflagen zu erfüllen haben (RTR 2004b).

Betrachtet man den Aufwand für die Validierung, so kommt man nicht umhin, Szenarien zu entwickeln, in denen eine Validierung erst gar nicht notwendig ist. Dies ließe sich durch die Ausgabe neuer Rufnummern bewerkstelligen, was gegenwärtig im Bereich der Internet-Telefonie auch geschieht. Zwar widerspricht dies der ursprünglichen ENUM-Idee, den in der Nutzung befindlichen Bestand an Telefonnummern internetfähig zu machen, doch unter innovationspolitischen Gesichtspunkten können spezielle Rufnummernbereiche für ENUM Transaktionskosten senken und neue Technologiepfade eröffnen. In der Praxis wurden neue Nummerngassen für VoIP primär deswegen eingerichtet, um grundsätzlich den geographischen Bezug der Festnetznummern aufrecht zu erhalten (RegTP 2004).

In Deutschland hat die Regulierungsbehörde „Nationale Teilnehmerrufnummern“ (NTR) geschaffen und die Rufnummerngasse 032 für die „nomadische Nutzung“ mit VoIP oder mit anderen Diensten freigegeben. Ob und in welcher Weise solche Nummern ohne Ortsnetzbezug zukünftig für ENUM-Dienste eingesetzt werden, ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht abschätzbar. Gleiches gilt für Großbritannien – dort ist die Nummerngasse 056 für VoIP vorgesehen. Österreich hat zusätzlich zu dem VoIP-Bereich unter 0720 einen Nummernraum speziell für ENUM-basierte Dienste reserviert (0780, „Rufnummern für konvergente Dienste“). In dieser Nummerngasse wird zu jeder vergebenen Nummer zwangsläufig ein ENUM-Eintrag gemacht. Die „0780“ stellt Erwartungssicherheit bei den Nutzern her, denn die Nummer enthält die verlässliche Information, dass ein Teilnehmer mit dieser Vorwahl über das Internet zu erreichen ist. Dies ist eine sehr gut ausgedachte regulatorische Innovation, doch wie intensiv dieser Bereich vermarktet und genutzt werden wird, muss die Zukunft zeigen.

	DE	AT	UK	US
Rufnummerngassen für VoIP bzw. ENUM	VoIP: 032	VoIP: 0720 ENUM: 0780	VoIP: 056 (geplant)	Keine

Tabelle 7: Spezielle Rufnummerngassen für VoIP oder ENUM

³³ Aus den USA liegen keine Erfahrungen vor, da der Feldversuch erst 2005 beginnen soll.

Die Situation in den USA unterscheidet sich von der in den europäischen Ländern, weil die Nutzung der Rufnummern grundsätzlich anders gehandhabt wird. In den USA werden für den Mobilfunk keine besonderen Nummern ausgegeben, sondern wie im Festnetz aus den Numbering Plan Areas (NPAs). Auch für VoIP kommen die „normalen“ Telefonnummern zum Einsatz, wobei die Regulierungsbehörde FCC noch daran arbeitet, wie die Nummernvergabe für IP-basierte Dienste geregelt werden soll. Anfang 2005 hat die FCC erstmals per Ausnahmeregelung dem neuen US-Kommunikationsriesen SBC gestattet, direkt von der North American Numbering Plan Administration Telefonnummern für VoIP zu bekommen (FCC 2005).

Als Ergebnis dieses Abschnitts bleibt festzuhalten, dass die Validierung von Telefonnummern, die bereits genutzt werden, für ENUM aufwändig, aber praktisch möglich ist, wobei zwischen den Anforderungen zum Erhalt der Nummernplan-Integrität und der Innovationsförderung politisch abzuwägen ist. Inwieweit die neuen Nummerngassen für Voice over IP die Entwicklung von ENUM befördern, ist offen, zumal die Regulierung von VoIP weltweit im Stadium der politischen Willensbildung und somit im Fluss ist.

4.7 Der aktuelle Stand der ENUM-Feldversuche

Der aktuelle Stand der hier betrachteten ENUM-Feldversuche Anfang 2005 könnte unterschiedlicher nicht sein. Österreich hat den Versuch beendet und im Dezember 2004 den Wirkbetrieb aufgenommen. In Deutschland läuft der ENUM-Trial weiter, während er in Großbritannien unterbrochen wurde. Dagegen hat der offizielle Versuchsbetrieb in den USA noch gar nicht begonnen und soll nun im Frühjahr 2005 aufgenommen werden. Diesen Zustand hätte vor drei Jahren niemand vermutet.

Im Frühjahr 2002, als die ENUM-Delegationen durch das Arrangement der ITU mit dem IAB und RIPE möglich wurden, herrschte Aufbruchstimmung. Im Jahre 2003 sollte ENUM auf breiter Front in den Wirkbetrieb gehen. Doch die Zeitpläne verschoben sich immer wieder nach hinten. In Großbritannien wollte man nicht länger als 12 Monate testen und Mitte 2003 abschließen (UKEG 2002: 60; Cowley 2002). Davon ist man weit entfernt (Reid 2004). Zwar liegt ein

100seitiger Endbericht der Trial Group vor (UKETG 2004), aber im gegenwärtigen Zustand hat der britische ENUM-Trial in der Übersicht der RIPE ENUM-Arbeitsgruppe den Status „hiatus“.³⁴

Auch in Österreich dauerte der Feldversuch länger als ursprünglich vorgesehen, doch immerhin wurde dort der Trial erfolgreich abgeschlossen. Im August 2004 meldete die österreichische Regulierungsbehörde: „Die Ergebnisse des Feldversuchs haben gezeigt, dass ein kommerzieller Betrieb im Sinne der Förderung innovativer Dienste bereits heute möglich ist“ (RTR 2004a). Dadurch dass Österreich Ende 2004 den ENUM-Wirkbetrieb aufgenommen hat, können auch Aussagen darüber gemacht werden, in welcher Größenordnung sich die Kosten einer ENUM-Domäne bewegen. Für Registrierung und Validierung fallen im ersten Jahr insgesamt 42,- EUR an, in den Folgejahren 22,- EUR, inklusive halbjährlicher Re-Validierung der ENUM-Domäne (Hitzelberger 2004).

In Deutschland gab es von vornherein keinen Zeitplan für die Durchführung des Feldversuchs. Von der technischen und organisatorischen Seite gesehen sind viele, aber nicht alle Fragen geklärt, doch für den Übergang in den Wirkbetrieb ist primär die Zustimmung des Staates notwendig. Grundsätzlich liegt hier ein Schwellenproblem vor – Politik und Wirtschaft müssen sich einigen, auf welchem Niveau ein Problem als hinreichend gelöst gilt. Der Sprecher der RegTP trübte die Aussichten für 2005, als er im Januar dieses Jahres äußerte, seine Behörde könne keine Aussage über die Chancen einer schnellen Einführung von ENUM in Deutschland machen (FTD 2005).

In den USA ist nach langer Vorarbeit des ENUM-Forums Bewegung in die Sache gekommen. Nach der Gründung der Verwaltungsgesellschaft für die ENUM-Domäne des nordamerikanischen Ländercodes im Oktober 2004 wurde ein Projektplan aufgestellt, der den Beginn des amerikanischen ENUM-Trials für März 2005 und den Übergang in den Wirkbetrieb für Januar 2006 ansetzt (CC1 ENUM LLC 2004a).

Zusammengenommen ergibt sich Anfang 2005 ein Bild, das die ENUM-Technologie nach wie vor im Entwicklungsstadium zeigt. Zusätzlich zu den unterschiedlichen Stadien, in denen sich die Feldversuche befinden, ist zu

³⁴ RIPE ENUM WG: Progress Matrix, <http://www.centri.org/kim/enum/index.html> .

bemerken, dass auf den Mailinglisten ab und an über punktuelle Inkonsistenz in den RFCs des technischen Standards diskutiert wird. ENUM muss also weiter ausreifen, wozu nicht zuletzt die ETSI „Plugtest“-Veranstaltung Ende Mai/Anfang Juni 2005 dienen wird. Dieses Forum zum Test der Interoperabilität verschiedener ENUM-Implementationen leistet einen wichtigen Beitrag, um Anwendungen zur Marktreife zu bringen.

5 ENUM-Anwendungen und Dienste: Leitbilder und Innovationen

5.1 *Die ursprünglichen Leitbilder und Nutzungsszenarien von ENUM*

Als die Idee aufkam, ein Mapping von Telefonnummern auf Internet-Adressen zu kreieren, standen zwei Leitbilder für ENUM-Anwendungen im Vordergrund.

- Das Telefon wird durch die Konvergenz der Netze internetfähig.
- Die Telefonnummer wird zur zentralen Adresse einer Online-Visitenkarte.

Im Leitbild des internetfähigen Telefons soll ENUM als Motor der Konvergenz von Telefonnetz und Internet wirken, weil ENUM ermöglichen kann, dass der riesige Bestand an Telefonen auf der Welt für die Sprachkommunikation mit dem Internet fit gemacht werden kann.

Im Leitbild der öffentlich abrufbaren Online-Visitenkarte soll ENUM bewirken, dass die Telefonnummer zur zentralen Anlaufstelle wird, mit der die Kontaktdaten eines Teilnehmers in Form von Adressen verschiedenster Kommunikationsdienste wie Mobil- und Festnetztelefon, Internet-Telefon, E-Mail, Fax, SMS etc. mit Hilfe von ENUM aus dem Domain Name System ausgelesen werden können (Stastny 2002).

Nicht zuletzt im Verlauf des Testbetriebs zeigte sich jedoch, dass diese Leitbilder in sich widersprüchlich und miteinander unvereinbar waren, weil sie rein aus den technischen Möglichkeiten des ENUM-Protokolls abgeleitet worden waren. Drei Dinge wurden dabei außer Acht gelassen: Die Fähigkeiten der Endgeräte; das Verhältnis zu bereits weit verbreiteten Anwendungen und die Gewohnheiten der Nutzer.

Die Unvereinbarkeit der Leitbilder lässt sich an den Endgeräten festmachen. Entweder man hat nur ein Telefon zur Verfügung, dann kann man die unterschiedlichen, mit ENUM gespeicherten Kommunikationsadressen nicht

abrufen. Oder man hat einen Computer mit Internetzugang zur Verfügung, dann ist es viel einfacher für den Nutzer, in gewohnter Weise mit einem normalen Domainnamen eine Website aufzurufen, auf der die Kontaktdaten eines Teilnehmers stehen. Mit ENUM wäre dies viel aufwendiger und komplizierter.

Die Widersprüchlichkeit der Leitbilder liegt beim „internetfähigen Telefon“ in der Richtung, von welchem Netz der Anruf ausgeht und in welchem Netz er endet. Denn mit einem Telefon kann man ja bereits alle anderen Telefone des Welttelefonnetzes erreichen, wohingegen die Zahl der Internet-Telefone noch verschwindend gering ist. Also müssen für positive Netzwerkeexternalitäten die Internet-Telefone „PSTN-fähig“ gemacht werden – was technisch kein Problem ist, aber man braucht kein ENUM dafür. ENUM ist für den umgekehrten Fall gedacht, wenn ein Internet-Telefon vom PSTN aus erreicht werden soll.

Was die „Online-Visitenkarte“ angeht, so liegt der Widerspruch darin, dass bei ENUM eine Nummer zur zentralen Adresse gemacht werden und dazu das Domain Name System eingesetzt werden soll. Dabei war es doch gerade die Basisinnovation des Domain Name System, an die Stelle von schwer merkbaren Nummern einprägsame Namen für die Adressierung einzusetzen.

Bezieht man das bestehende Nutzungsverhalten ein, erscheinen weitere Unzulänglichkeiten der ursprünglichen Leitbilder. Geht man vom Telefon aus, so muss man bedenken, dass man es mit einer relativ alten Technologie und lange eingeübten Nutzungsgewohnheiten zu tun hat. Zwar haben sich die Endgeräte über die Jahre verändert – Tastenfelder statt Wählscheiben, schnurlose Geräte, Nummernspeicher, Wahlwiederholung und vieles mehr – doch die Grundfunktion eines Telefonapparats, nämlich ein Gespräch mit einem entfernten Teilnehmer zu führen, ist die Gleiche geblieben. Ein Telefon am Telefonnetz ist und bleibt trotz ENUM ein Telefon. Es wird daraus kein Internet-Endgerät, und die gerätetechnischen Beschränkungen der Tastatur, des Displays und der Software bleiben voll und ganz bestehen. Die möglicherweise vielen Kommunikationsadressen, die unter einer Telefonnummer im DNS gespeichert sind, können mit einem normalen Telefon nicht abgerufen werden. Mit ENUM kann lediglich realisiert werden, dass man von einem Telefon am PSTN ein Endgerät im Internet anrufen kann. Und genau das war eine Idee der Entwickler, die nicht gering zu schätzen ist, nämlich dass man mit dem Zahlen-Tastenfeld

oder sogar mit der Wählscheibe wählen kann und letztlich ein Internet-Endgerät erreicht. Der Anrufer wählt wie gewohnt und merkt nichts davon, dass ENUM zum Einsatz kommt. Er hört die gleichen Ruftöne wie im Telefonnetz und wenn die Zielperson das Gespräch annimmt, telefoniert er in gewohnter Weise. In diesem Fall dient ENUM schlicht und einfach der Umsetzung einer Telefonnummer in eine IP-Adresse, und es wird dazu nur ein einziger NAPTR-Eintrag gebraucht. Ein normales Telefon kann weder vom Gerät aus einen ENUM-Lookup veranlassen noch die zurückgesendete Information darstellen. Es können sogar Probleme auftreten, wenn es mehrere Einträge gibt und diese nicht für den Fall einer Sprachverbindung aus dem PSTN geordnet und priorisiert sind. Das Nutzungsszenario „Rufterminierung im Internet“ konfligiert also mit dem Nutzungsszenario „Online-Visitenkarte“.

Hinzu kommt: Wenn der Nutzer den Hörer in die Hand nimmt, um jemanden anzurufen, hat er bereits einen Kommunikationsdienst ausgewählt. Er hat sich dafür entschieden, mit einer anderen Person ein Gespräch zu führen. Es wäre unhöflich oder gar ein Affront, wenn er stattdessen eine Liste mit Adressen zurückbekäme, auf wie viel Wegen er mit dem gewünschten Gesprächspartner in Kontakt treten kann. Das Nutzungsszenario hat nicht einbezogen, dass es einen Unterschied macht, was die anfängliche Motivation des Nutzers ist, nämlich ob er jemanden anrufen will oder ob er eine Liste mit Kontaktadressen einer Person sucht. Das Szenario „Nutzung einer Telefonnummer zur Ausgabe einer Kontaktadressenliste“ hat nicht einbezogen, dass die Einfachheit des Telefonierens verkompliziert wird, wenn nicht im ersten Anlauf ein Gespräch zu Stande kommt. Technische Möglichkeiten, die die erste Motivation des Nutzers frustrieren, ihm erneute Entscheidungen abverlangen und einen so einfachen Dienst wie das Telefonieren verkomplizieren, können in der Masse keine Akzeptanz finden.

Geht man vom Nutzungsverhalten am PC aus, so relativiert sich bei genauerer Betrachtung die Annahme, es sei attraktiv, möglichst viele Kommunikationsadressen im Domain Name System zu speichern und mit ENUM von einer Telefonnummer aus erreichbar zu machen. Klar ist, dass man für die „Online-Visitenkarte“ ein Endgerät mit einem graphischen Display und Internetzugang benötigt, z. B. einen PC mit Monitor. Diese Form der möglichen

ENUM-Nutzung taucht bereits in der frühen Arbeit über E.164-IP-Address Mapping auf, sogar bildlich untermalt mit einem PC-Monitor, auf dem eine Liste mit Nummern von verschiedenen Diensten zu sehen ist (Svärling 1998: 42).

In diesem Szenario kann der „Anrufer“ selbst aussuchen, wie er die Zielperson erreichen möchte, sobald er die Daten vor sich hat. Doch wenn man ein Endgerät mit graphischem Display und Zugang zum Internet benutzt, ist darauf sehr wahrscheinlich bereits ein Web-Browser installiert, so dass die Kommunikationsadressen eines gewünschten Gesprächspartners viel leichter ohne ENUM, sondern mit Hilfe eines herkömmlichen Domainnamens und der dazugehörigen Website abgerufen werden können. Für „Otto Normalsurfer“ ist die Nutzung des WorldWideWeb die gewohnte Weise, sich im Internet eine Information zu besorgen. Er muss keine zusätzliche Software installieren und kein neues Programm lernen. Zwar kann eine ENUM-Anwendung als browserbasiertes Plug-in ausgelegt werden, doch auf absehbare Zeit werden PCs nicht damit ausgeliefert werden, und der Nutzer müsste dieses Plug-in erst selbst installieren. Wohlgermerkt kann eine gute Software im Internet sehr schnell Verbreitung finden, doch dann muss der Nutzen des Programms für den Anwender schon sehr hoch und die Bedienung einfach sein. Die ENUM-Telefonnummer-Domain als zentrale Schaltstelle der IP-Kommunikation wird es nicht sein.

Dagegen spricht die große Popularität der Domainnamen. Anwendungen, die auf Namen statt Nummern setzen, haben größere Chancen darauf, vom Nutzer akzeptiert zu werden. Denn die Menschen haben Namen lieber als Nummern, und sie können sich Namen schlichtweg besser merken. Selbst die 0800- und 0700-Telefonnummern sollen ja ein Wort darstellen und keine Zahl. Der mnemotechnische Grundgedanke des Domain Name System hat die Adressierung in Kommunikationsnetzen revolutioniert. Das DNS hat an der Schnittstelle von Mensch und Maschine die Domainnamen an die Stelle von Nummern gesetzt. ENUM mit seinen vergleichsweise hässlichen und schwer lesbaren Telefondomains kann daran nicht rütteln.

Die hier vorgenommene Dekonstruktion der ursprünglichen Leitbilder bedeutet nicht, dass ENUM gescheitert ist. Nur das Szenario der stets aktuellen, öffentlich abrufbaren Online-Visitenkarte per ENUM ist unbrauchbar. Oder, wie einer der Vertreter dieses Leitbilds formuliert: „There seems to be no market for this, at

least not at the moment” (R. Stastny, IETF-Liste, 2004-06-30). Doch das Verschwinden dieses Szenarios aus den Köpfen kann sogar positive Effekte haben, da die Suche nach Nutzungsmöglichkeiten für ENUM wieder offener wird. In der Tat wurde auf dem ENUM-Tag der DENIC im September 2004 eine interessante ENUM-Anwendung vorgestellt, die die technischen Möglichkeiten von ENUM so einsetzt, dass sie an die Nutzungsgewohnheiten des Telefonierens anschließen und zugleich einen Internet-Dienst integriert. Diese Anwendung wird unten beschrieben.

Doch zunächst soll zur weiteren Nachforschung, wo ENUM innovativ eingesetzt werden kann, die Beziehung von ENUM zur Internet-Telefonie erläutert werden und die Typen der ENUM-Anwendungen differenziert werden.

5.2 ENUM und Internet-Telefonie/VoIP

Um das Potential für ENUM ausloten zu können, muss die Frage, wo ENUM eingesetzt werden kann, systematisch betrachtet werden. Der Ausgangspunkt ist die Grundfunktionalität von ENUM, nämlich die Speicherung von herkömmlichen Telefonnummern im Domain Name System und die Bereitstellung von Daten über die Kommunikationsdienste, die mit einer bestimmten Telefondomain verknüpft sind. Wenn nur ein Eintrag vorhanden ist, der auf ein Telefon im Internet verweist, kann man vom „ENUM-Basisdienst“ sprechen. Doch kann man daraus bereits ableiten, dass ENUM eine zentrale Funktion in der Konvergenz des klassischen Telefonnetzes mit dem Internet hat? Solange das Telefonnetz und das Internet zwei unterscheidbare Netze sind, zielt diese Frage darauf, wo die Netzübergänge sind (Gateways) und auf welche Art und Weise die Nummernumsetzung gehandhabt wird.

Von den Endgeräten aus gesehen bestehen grundsätzlich vier Möglichkeiten, wie Verbindungen im bzw. zwischen Internet und PSTN zu Stande kommen können. An dieser Stelle soll schematisch nur der Sprachdienst zwischen einem herkömmlichen Telefon und einem Telefon, das an das Internet angeschlossen ist („Internet-Telefon“ oder IP-Phone), betrachtet werden, um den grundsätzlichen Sachverhalt zu veranschaulichen.

(→ (Klassischer PSTN-Dienst, „Plain Old Telephone Service“ (POTS)
: → (Ruf von einem Internet-Telefon an ein POTS-Telefon
(→ :	Ruf von einem POTS-Telefon an ein Internet-Telefon
: → :	Reine Internet-Telefonie

Abbildung 4: Möglichkeiten der Verbindungen zwischen Telefonnetz und Internet

Im ersten Fall haben wir es mit dem herkömmlichen Sprachdienst zu tun, den wir alle kennen. Hier wird die Wählverbindung nach der Technologie des Telefonnetzes hergestellt, ENUM wird nicht benötigt. Doch selbst bei der Verbindung zweier klassischer Telefone, besonders bei Auslandsverbindungen, kann auf dem Leitungsweg eine Strecke integriert sein, auf der die Sprache mit Hilfe der Internet-Technologie „Voice over IP“ (VoIP) transportiert wird. Denn auf dem Weg vom Anrufer zum Rufempfänger wird der Telefonverkehr heutzutage „immer wieder lustig umgeformt“, so ein Mitarbeiter der Deutschen Telekom (Mattke 2004).

Im zweiten Fall, beim Anruf von einem Internet-Telefon an ein POTS-Telefon durchläuft der Anruf ein Gateway zwischen dem Internet und dem PSTN. Das Gateway nimmt die gewünschte Rufnummer entgegen und tut gegenüber dem PSTN so, als käme hier ein ganz normaler Anruf, so dass das Telefon des gewünschten Teilnehmers angesprochen wird und klingelt. Auch in diesem Fall wird ENUM nicht benötigt. Der Anrufer hat ein Interesse, dass sein Ruf möglichst lange im Internet bleibt und bestenfalls für ihn nur die Kosten eines Ortsgesprächs anfallen.³⁵ Doch dies ist ein netzwerktechnisches und ökonomisches Problem, das unabhängig von ENUM ist.

Im dritten Fall geht der Ruf von einem POTS-Telefon an ein Internet-Telefon. Hier kommt ENUM ins Spiel, und zwar in der Form der Anrufterminierung im Internet, die oben als „ENUM-Basisdienst“ bezeichnet wurde. Der Anruf muss ein

³⁵ Betrachtet man die gegenwärtigen Call-by-call-Preise, sind Ortsgespräche inzwischen zu manchen Zeiten sogar teurer als Fern- oder Auslandsgespräche.

Gateway zwischen Telefonnetz und Internet durchlaufen, wobei die Telefonnummer, die der Anrufer an seinem ganz normalen Tastentelefon gewählt hat, in eine IP-Adresse übersetzt werden muss. Denn jedes ans Internet angeschlossene Gerät braucht eine Adresse aus dem Nummernraum des Internet-Protokolls. Natürlich könnte das Gateway eine statische Tabelle enthalten, aus der ausgelesen werden kann, welche IP-Nummer zu welcher Telefonnummer gehört. Doch dies wäre äußerst unpraktisch und aufwendig, denn IP-Nummern können sich ändern – vor allem bei Dial-in- und DSL-Zugängen tun sie dies bei jeder Internet-Sitzung. Zur Abhilfe gibt es das Domain Name System. Das Gateway kann mit der eingehenden Rufnummer unter Anwendung des ENUM-Protokolls einen Nameserver befragen bzw. mehrere hintereinander, bis es die Internet-Adresse des gewünschten Teilnehmers bekommt und damit dessen Internet-Telefon ansprechen kann. Damit dies funktioniert, muss der Internet-Nutzer zuvor seine Kontaktadresse mit Hilfe einer ENUM-Anwendung ins Domain Name System eingetragen haben.

Im vierten Fall, beim Telefonat von Internet-Telefon zu Internet-Telefon *kann* ENUM zum Zuge kommen. Dies hängt u. a. davon ab, ob bei der Verbindung ein Übergang vom Internet ins PSTN und wieder zurück stattfindet (z. B. bei einem Telefonat zwischen zwei Firmen, die beide ihr Haus-Telefonnetz abgebaut und im Haus über das LAN telefonieren, nach außen aber noch über das PSTN.) Bestenfalls findet in der Konstellation dieses Falles aber eine reine Internet-Sprachverbindung statt, bei der ENUM nicht benötigt wird, sondern direkt Adressen der Internet-Telefonie verwendet werden (Z. B. „SIP-Adressen“, die analog den E-Mail-Adressen aufgebaut sind). In diesem Verbindungsszenario besteht weiterer Forschungsbedarf dahingehend, ob in der reinen Internet-Telefonie mit Nummern oder mit Namen gewählt werden wird.

Konvergenz von Telefonnetz und Internet bedeutet in diesem Zusammenhang, dass einerseits immer mehr Gespräche von Ende zu Ende über VoIP laufen, während andererseits das PSTN netzintern auf das Internet-Protokoll umgestellt wird. An dieser Stelle schließt sich die Frage an, welche Tarifierungsmodelle dabei verwendet werden. Berechnungen zeigen, dass in den gegenwärtigen Telefentarifen noch gewaltig Luft nach unten ist. Gemessen an der Datenmenge einer Sprachminute und dem Preis für eine 1 MBit/s-Standleitung, ergeben sich

0,05 Cent pro Minute. Ein Bruchteil, verglichen mit günstigen Call-by-call-Tarifen von 1 bis 1,5 Cent pro Minute (Mattke 2004). Doch in Zukunft werden ohnehin Flatrates das zeitbasierte Abrechnungsmodell ablösen.

Was das Marktpotential der Internet-Telefonie betrifft, so ist zu bedenken, dass zwar der Umstieg auf Voice over IP zunächst Hard- und Softwareanschaffungen umfasst, doch dass die Nutzung zu Lasten des PSTN geht. Analysys Research kommt daher zum Ergebnis, dass bei wachsendem VoIP-Markt wegen sinkender Nutzung des PSTN insgesamt die Einnahmen aus dem klassischen Telefongeschäft zurückgehen, was die TK-Unternehmen aber durch das Angebot von Mehrwertdiensten kompensieren können. Der Weltmarkt für die Internet-Telefonie soll von 13 Mrd. US-Dollar im Jahr 2002 auf 197 Mrd. US-Dollar in 2007 wachsen, so eine Studie von Insight Research.³⁶ Eine Studie über TK-Dienste im Festnetz stellte noch vor kurzem fest, dass das Angebot von Sprachdiensten für ISPs kaum eine Rolle spielen dürfte. Für die Zukunft wird vermutet, dass ISPs aufgrund niedriger Margen und administrativer Hürden kein Interesse haben, in den Markt für Sprachdienste zu expandieren (Metzler/Stappen 2003: 66). Die jüngsten Entwicklungen zeigen, dass dem nicht so ist, sondern dass die ISPs stark in den Sprachkommunikationsmarkt drängen, wenngleich sie weiterhin die Verbesserung der regulierungspolitischen Rahmenbedingungen fordern.

Nach dieser Klärung der Verbindungsmöglichkeiten zwischen Telefonnetz und Internet wenden wir uns nun den verschiedenen Anwendungsbereichen von ENUM zu.

5.3 Carrier ENUM (Infrastructure ENUM)

Unter Carrier ENUM versteht man Anwendungen von ENUM durch Netzbetreiber oder Dienste, die für Netzbetreiber angeboten werden. Carrier ENUM wird manchmal auch Infrastructure ENUM genannt, doch letzteres ist

³⁶ Corporate VoIP revenue will reach EUR 2.5 billion in Europe by 2007, Analysys Research, May 2002, <http://research.analysys.com/articles/featured/lcw6.asp?tocPath=&iLeftArticle=1277&mode=lcw6>

irreführend, denn auch für User ENUM muss eine Infrastruktur bereitgestellt werden. Daher benutzen wir hier ausschließlich Carrier ENUM als aussagekräftigeren Begriff, weil in dieser Bezeichnung die Anwenderzielgruppe explizit genannt wird.

Der wesentliche Unterschied zu User ENUM liegt darin, dass Carrier ENUM in privaten Netzen stattfindet. Die Daten sind vom öffentlichen Internet aus nicht zugänglich, sondern dienen nur den Netzbetreibern dazu, um Vermittlungsfunktionen, die mit ENUM wahrgenommen werden können, zu realisieren. 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 eine Carrier ENUM-Anwendung nicht-öffentlich ist, kann sie im Prinzip auch auf einer privaten Instanz des DNS aufsetzen. D. h. die Netzbetreiber könnten einen zweiten, privaten Baum mit der Domäne e164.arpa für ihre Zwecke anlegen, wobei die strikte Trennung vom öffentlichen DNS eingehalten werden müsste. Die Daten in den beiden Namensbäumen wären verschieden und würden sich nicht ins Gehege kommen. Strenggenommen kann sich Carrier ENUM nur ENUM nennen, wenn es mit e164.arpa operiert, denn diese Domäne ist im Standard RFC 3761 vorgeschrieben. Aber die Netzbetreiber könnten ebenso gut eine andere Domäne wählen und die im Standard beschriebene Technologie somit in einer „ENUM-ähnlichen“ Anwendung einsetzen (J. Reid, IETF-Liste, 2004-06-29). So könnten sie eine beliebige Top Level Domain speziell für Carrier ENUM einrichten, z. B. .enum. Etwas Vergleichbares gibt es im Mobilfunk mit der TLD .gprs. Über diese netzinterne TLD der Mobilfunkbetreiber werden IP-basierte Dienste ausgeführt, wie z. B. die Zustellung von Multimedia Messages (MMS) zwischen den Betreibern, während im öffentlichen Internet diese TLD nicht existiert. Das „inter-carrier MMS routing“ könnte in Zukunft auf der Basis einer ENUM-ähnlichen Anwendung implementiert werden (NeuStar 2004a).

Wenn Carrier ENUM in privaten Netzen angewendet wird, entstehen keine Privacy- oder Datenschutzprobleme, denn die Daten sind mit den üblichen Sicherheitsvorkehrungen nicht im Internet abrufbar. Die Frage, ob der Nutzer

[&Freetext=&strURL=&IKWID](#). Savings Driving Strong VoP Growth, Study Says. The IP Voice's New Telephony, 2004-04-08 <http://www.newtelephony.com/news/466.html> .

einem Eintrag seiner Daten zustimmen muss (opt-in) oder ob er die Eintragung verweigern kann (opt-out), stellt sich bei diesem Anwendungstyp nicht, denn zum einen werden die Daten nicht veröffentlicht, und zum anderen ist es eine notwendige Bedingung, dass alle von einem Netzbetreiber verwalteten Daten vollständig eingetragen werden. Es geht bei Carrier ENUM in der Regel auch nicht um personenbezogene oder personenbeziehbare Daten, sondern meistens kommt nur ein einziger NAPTR-Eintrag des Netzbetreibers zum Einsatz. Weder der Anrufer noch der Angerufene bemerkt etwas davon, wenn Carrier ENUM zum Einsatz kommt. Carrier ENUM ist transparent für die Nutzer und unabhängig von User ENUM (ETSI 2004).

Für Anwendungen des Typs Carrier ENUM existieren Nutzungsszenarios, die zumeist darauf abzielen, Intelligente-Netz(IN)-Funktionen des PSTN mit Internet-Technologie zu ersetzen. Netzbetreiber können die Technologie in der Migration vom PSTN zu IP-basierten Netzen verwenden. Gegenwärtig befindet man sich damit aber noch in den „early days“ (ETSI 2004). Zum Beispiel kann die gesetzlich vorgeschriebene Nummernportabilität mit Hilfe von ENUM realisiert werden. Außerdem kann ENUM für die Nummernübersetzung verwendet werden, z. B. einer Freephone (0800)-Nummer in eine andere Zielnummer, oder für „Call Routing“, also um Anrufe durch mehrere verschiedene Netze hindurch zur Zieladresse zu schalten (Stastny 2002).

Am Beispiel des Call Routing kann auch, wie oben erwähnt, klar gemacht werden, dass die opt-in/opt-out-Option bei Carrier ENUM keinen Sinn ergibt. Der Netzbetreiber *muss* alle seine vergebenen Nummern eintragen, und es wäre absurd, wenn er den Endkunden dafür um Erlaubnis fragen müsste, denn der Kunde hat ja gerade einen Vertrag mit dem Telefonanbieter, damit er anrufen und angerufen werden kann. Ein opt-out aus der Anrufzustellung käme dem Fall gleich, dass jemand einen Briefkasten an seine Hauswand hängt, aber der Post verbietet, seine Anschrift zu verwenden.

Gegenwärtig ist das Zusammenschalten von VoIP-Inseln verschiedener Provider der Bereich, in dem Carrier ENUM die größte Dynamik entfaltet. In dieser Anwendung liegt ein großes Potential, das noch vor zwei Jahren so nicht gesehen wurde, und das mit dem ursprünglichen User ENUM wenig gemein hat. „Originally developed to link consumers' phone numbers to various IP services,

the protocol is instead proving useful for interconnecting carriers' voice-over-IP (VOIP) networks“ (Hibbard 2004). Die treibende Kraft ist die, dass die aufstrebenden Internet Telephony Service Providers (ITSPs) ein Interesse daran haben, das PSTN zu umgehen, wenn ein Anruf aus ihrem Netz an einen Gesprächspartner eines anderen VoIP-Providers geht. Denn wenn der Anruf über das PSTN läuft, muss der ITSP dem PSTN-Betreiber ein Nutzungsentgelt bezahlen, das meistens sogar noch nach Verbindungsminuten berechnet wird. Diese Kosten lassen sich vermeiden, wenn der Anruf ausschließlich über das Internet geführt werden kann. Wie aber kann der ITSP herausfinden, ob unter der Telefonnummer, die sein Kunde gewählt hat, ein Internet-Telefonanschluss erreichbar ist? Der Nummer sieht man das nicht an, es ist eine normale E.164-Zahlenfolge. Also ist es nützlich, wenn es Datenbanken gibt, in denen die VoIP-Provider nachsehen können. Und diese Datenbanken lassen sich mit ENUM und dem DNS realisieren. Die VoIP-Provider haben ein komplementäres Interesse daran, dass die von ihnen bewirtschafteten Nummernblöcke vollständig in solche Datenbanken eingetragen werden.

Hinsichtlich der Anbieterstruktur liegt es nahe, dass Unternehmen mit viel Erfahrung in der Nummern- und Namenverwaltung dies als Dienstleistung für die ITSPs anbieten. Es liegt in der Natur der Sache, dass dabei monopolistische oder oligopolistische Strukturen entstehen, denn je größer die Datenbank desto attraktiver ist der Dienst. Es verwundert daher nicht, dass zu den wichtigsten Angaben, die die Anbieter über sich machen, die Zahl der eingetragenen Nummern gehört. NeuStar Inc. nennt sein Angebot „IP Clearinghouse“ und wirbt damit, dass die ENUM-basierte Datenbank bereits über 100 Mio. Einträge enthalte und für 20.000 Updates täglich ausgelegt sei (NeuStar 2004b). Der zweite große Spieler ist VeriSign, das ENUM für seine „IP Connect Suite/Network Routing Directory Services“ einsetzt (VeriSign 2004). Doch die Firma Stealth Communications Inc. reklamiert für sich, mit ihrer „Voice Peering Fabric“ die erste ENUM-Registry im kommerziellen Betrieb zu haben, und über zwei Mio. Nummerneinträge zu verfügen (Stealth Communications 2004). Ein ähnliches Projekt der Firma Sipgate in Deutschland nennt sich „NEXT: Next E.164 eXchange Tree“ und enthält ebenfalls über zwei Mio. Nummern (Stastny 2004b).

Die hier dargestellten Entwicklungen im Bereich Carrier ENUM sind sehr aktuell, sie stammen allesamt aus dem Jahr 2004. Es ist zu erwarten, dass der Markt für Carrier ENUM bzw. IP-Konnektivitätsdienstleistungen im Zuge der Ausbreitung der Internet-Telefonie stark wächst, wobei jedoch fraglich ist, ob die Umsätze auf diesem Markt die Schrumpfung in der Festnetz-PSTN-Telefonie kompensieren werden. Eine weitere Frage ist die, ob private VoIP-Exchanges mit monopolistischen Tendenzen reguliert werden müssen bzw. inwieweit dieser Dienst in das öffentliche ENUM-Verzeichnis integriert werden kann.

5.4 Enterprise ENUM

Anwendungen des Typs „Enterprise ENUM“ werden oft unter User ENUM subsummiert. Wir halten es jedoch für sinnvoll, eine Differenzierung vorzunehmen, um einen weiteren spezifischen Bereich, in dem ENUM eingesetzt werden kann, abzugrenzen. Unter „Enterprise ENUM“ soll die Implementation von ENUM in Telefonanlagen bzw. Nebenstellenanlagen verstanden werden, wie sie in Unternehmen betrieben werden. Bei ENUM-Anwendungen wird dabei u. a. auf die lokale DNS-Infrastruktur zurückgegriffen, so dass die ENUM-Daten der Mitarbeiter im Unternehmen vor Ort administriert werden müssen.³⁷

Der Markt für IP-TK-Anlagen ist stark expansiv und zugleich ein Verdrängungswettbewerb gegenüber klassischen TK-Anlagen. Sowohl die traditionellen Anbieter von TK-Anlagen (Z. B. Alcatel, Ericsson, Siemens) als auch große IP-Firmen (wie 3Com oder Cisco) sowie Newcomer wie Avaya, Innovaphone oder Snom, um nur wenige zu nennen, kämpfen auf ihm um Marktanteile. Nicht zuletzt besteht bei VoIP aber auch die Möglichkeit, auf handelsüblichen Workstations Sprachkommunikationsanlagen per Software zu implementieren, so z. B. mit den Produkten von IPTTEL (einer Ausgründung aus dem GMD/Fraunhofer Institut FOKUS) oder mit der Open Source Software für Linux „Asterisk“.

In dem Markt für VoIP-Anlagen gibt es mehrere Migrations-Szenarios für den Übergang in die IP-Welt. Am einfachsten ist das „Grüne-Wiese-Szenario“. Bei

³⁷ Der Begriff „Enterprise ENUM“ geht auf einen Internet Draft von Andrzej Bartosiewicz zurück,

Büroneubauten wird immer öfter auf die TK-Verkabelung verzichtet und die Telefonie über das LAN abgewickelt. Dafür wird dann eine reine IP-Anlage eingesetzt, die nach außen die Verbindung sowohl ins PSTN wie in das Internet ermöglicht. Im „Hybrid-Szenario“ muss bei bestehenden klassischen TK-Anlagen geprüft werden, ob sie umgerüstet werden oder mit einer IP-Anlage gekoppelt werden können, z. B. wenn ein Unternehmen sich vergrößert. Im „Austausch-Szenario“ entscheidet sich das Unternehmen für eine harte Migration zu einer reinen IP-Lösung, wobei in diesem Fall genauestens geprüft und entsprechend geplant werden muss, ob und wie mit dem vorhandenen LAN die gewohnte Verfügbarkeit der Sprachkommunikation erreicht werden kann. Schließlich bietet sich auch die Möglichkeit des „Outsourcing“ des IP-TK-Managements an (LanLine 2003).

Im Bereich der IP-TK-Anlagen ist man nicht gezwungen, das Address Mapping mit ENUM zu machen; es gibt – zumeist proprietäre – Alternativen. Einer der Pioniere des ENUM-Einsatzes in diesem Bereich ist die Firma innovaphone, aber auch weitere Hersteller zeigen steigendes Interesse, ENUM in ihren Anlagen zu implementieren. Ist dies der Fall, wird bei einem Anruf ein ENUM Look-up veranlasst (externe Adressauflösung), um herauszufinden, ob der gewünschte Teilnehmer auch über das Internet erreichbar ist. Damit wird also ein „Least Cost Routing“ per ENUM realisiert. Für eine hohe Trefferquote muss natürlich das öffentliche ENUM-Verzeichnis viele Nummern enthalten. Hier muss sich zeigen, ob sich letztlich der öffentliche Ansatz durchsetzen kann oder ob die unter Carrier ENUM genannten privaten IP-Konnektivitätsdienste sich auch Unternehmen öffnen und unter welchen Voraussetzungen sie dies tun. In diesem Fall zeigt sich ein Übergangsproblem mit konfligierenden Interessen, wenn Kunden, wie heute üblich, sowohl am PSTN wie auch am Internet hängen und vielleicht sogar der TK-Provider und der ISP unterschiedliche Unternehmen sind.

Für eingehende Anrufe an IP-Telefone müssen unternehmensseitig die ENUM-Daten gepflegt werden. Im zentralen Tier 1-ENUM-Register wird dann nicht die vollständige Rufnummer jeder Nebenstelle eingetragen, sondern nur die Stammnummer ohne den Block der Extensionen – sozusagen die Nummer bis zur Rezeption, wobei im Falle einer ENUM-Anfrage der höhere Nameserver an den

<http://www.dns.pl/ENUM/dokumenty/draft-bartosiewicz-enterprise-enum-00.txt> .

Nameserver im Unternehmen verweist. Die ENUM-Daten der Mitarbeiter werden also im Unternehmen administriert. Für die telefonische Erreichbarkeit genügt im Prinzip ein einziger Eintrag, und es gilt wie beim Carrier ENUM, dass der Eintrag gemacht werden *muss* und die Frage opt-in/opt-out sich nicht stellt. Beim Datenschutz gelten die gleichen Regeln wie für den innerbetrieblichen Datenschutz generell, wobei die Anwendung von ENUM im Unternehmen im Vergleich mit der Nutzung klassischer TK-Anlagen keine neuen oder besonders zu beachtenden Sachverhalte des Datenschutzes aufwirft, solange die Technologie für das Management der Sprachkommunikation eingesetzt wird.

Enterprise ENUM wird z. B. am Institutszentrum Birlinghoven der Fraunhofer Gesellschaft im Regelbetrieb eingesetzt (Köpke 2003) und an der Universität des Saarlands (Scherer 2004) praktiziert. Beide Unternehmungen sind in das Projekt „IP Telefonie im G-WiN“ des Deutschen Forschungsnetzes (DFN) eingebunden. Ein weiteres Enterprise ENUM/VoIP-Projekt namens „AT43“ läuft an der Universität Wien (Haberler 2003).

5.5 End User ENUM

Die ursprünglichen Anwendungsszenarios von ENUM lagen in der Hauptsache im Bereich End User ENUM (oder kurz: User ENUM). Zum gegenwärtigen Zeitpunkt, Anfang 2005, sind die Erwartungen, die anfänglich an ENUM geknüpft wurden, nicht erfüllt worden. Zum einen gibt es auf der Angebotsseite noch zu wenig Produkte und Dienstleistungen für User ENUM. Die Entwicklungen stecken hier noch in den Kinderschuhen. Zum anderen gibt es auf der Nachfrageseite keinen Druck potentieller Kunden, die ENUM-Anwendungen verlangen. Selbst bei den *early adopters* herrscht oft Unklarheit darüber, was man mit ENUM machen kann. Kunden, die ihre Telefonnummer als ENUM-Domain registriert haben, fragen danach oft – und zu Recht – den Registrar, wofür das nun gut sein soll. Oder sie haben die Vorstellung, dass sie mit ENUM einen Dienst realisieren können wie z. B. die Rufumleitung ihres Telefons, was aber nicht einfach per ENUM-Registrierung geht (Rücker 2004).

Es gibt also ein Informationsdefizit bei User ENUM. Dieses Informationsdefizit lässt sich kaum durch Aufklärungskampagnen über die ENUM-Technologie als

solche beseitigen, denn den Verbrauchern ist wenig geholfen, wenn sie erfahren, welche Funktionen im ENUM-Protokoll vorgesehen sind und welche Möglichkeiten sich daraus eröffnen könnten. Es herrscht eine Wechselwirkung zwischen Angebot und Nachfrage, und der Markt als Umschlagplatz für Informationen wird das Defizit beseitigen, wenn konkrete Produkte herauskommen. Denn dann wird nicht ein Möglichkeitsraum beschrieben, sondern es lassen sich die Funktionen bewerben, die ein Produkt tatsächlich hat, und der Verbraucher kann entscheiden, ob im Leistungsspektrum der ENUM-Produkte etwas dabei ist, was er einsetzen will.

Auf dem ENUM-Tag der DENIC im September 2004 stellte die Portunity GmbH eine sehr gute Entwicklung vor, die sowohl die Möglichkeiten der ENUM-Technologie als auch die Nutzungsgewohnheiten des Telefons berücksichtigt. Die Demo verlief folgendermaßen: Ein Anrufer möchte einen Gesprächspartner erreichen und wählt dessen Festnetznummer mit seinem Telefon. Als nach mehrmaligem Klingeln keiner abnimmt, hört der Anrufer eine künstliche Stimme, die mitteilt, dass der Anruf nun per ENUM auf das Handy des Teilnehmers weitergeleitet werde. Wiederum nimmt niemand ab, so dass nach mehrmaligem Klingeln die Kunststimme mitteilt, der Anrufer habe nach dem Signalton die Möglichkeit, eine Sprachnachricht zu hinterlassen, die dem gewünschten Teilnehmer dank ENUM per E-Mail mit Audio-Dateianhang zugestellt werde (Rücker 2004). Diese Anwendung ist aus mehreren Gründen vorbildlich:

- Der Anrufer muss nur einmal wählen.
- Der Empfänger des Anrufs hat vordefiniert, wie die Reihenfolge der Verbindungsversuche ablaufen soll und kann dies jederzeit ändern.
- Die computergenerierte Stimme greift darauf zurück, dass Telefonieren vom Wesen her Sprachkommunikation ist.
- Der Anrufer wird durch den Sprachdialog geführt und versteht bei jedem Schritt, was passiert.
- Die künstlichen Ansagen sind dennoch kurz, so dass der Anrufer nicht lange warten muss.

Zwar ist die Information in der Ansage, dass ENUM verwendet wird, nicht notwendig, aber in der Phase der Bewusstseinsbildung für die neue Technologie sehr sinnvoll. Allerdings ist zu bemerken, dass die Demo nicht über das PSTN, sondern über das Internet lief. Wenn der Anruf von einem normalen Telefon am PSTN ausginge, würde die ENUM-Anwendung erst einsetzen, nachdem die PSTN-Verbindung zu Stande gekommen ist. Der Empfänger muss für diese Anwendung einen Computer betreiben, der praktisch wie ein Server immer online ist – was sicher nicht jedermanns Sache ist, genauso wie die Konfiguration und Pflege der NAPTR-Einträge. Wie dieses Beispiel zeigt, setzt die Verwendung von ENUM zumindest beim anbietenden Verbraucher ein erhebliches Maß an technischer Versiertheit im Umgang mit dem Computer voraus. Eine solche Anwendung kann als „ENUM Mehrwertdienst“ bezeichnet werden, wobei zu bedenken ist, dass es sein kann, dass der Kunde sich lediglich die Software herunterlädt und den Mehrwert auf seinem PC selbst erbringt. In diesem Fall zeigt sich, dass im Internet der Nutzer immer auch „user-provider“ sein kann, und was die Telefonie angeht, sein eigene persönliche Telefongesellschaft.

Weiterhin ist wichtig, dass der ENUM-Lookup in diesem Beispiel erst am Ende der Verbindung steht, nicht am Anfang. Normale Analog- oder ISDN-Telefone enthalten keine ENUM-Software und können auch damit nicht nachgerüstet werden. Im PSTN wird für den Verbindungsaufbau ein eigenes Signalisierungsnetzwerk verwendet, das mit dem Standard ITU-T Zeichengabesystem Nr. 7 (Signalling System 7, SS7) betrieben wird (Siegmund 2002b: Kap. 6). Bezieht man die Interessen der TK-Netzbetreiber ein, so ist nicht zu erwarten, dass sie ihre Netze so umrüsten, dass vor SS7 ein ENUM-Lookup geschaltet wird. Es gibt also auch ein opt-in der TK-Betreiber, was eine notwendige Bedingung für ENUM als Massendienst ist. Hier zeigt sich ganz deutlich die unterschiedliche Netzarchitektur des PSTN und des Internet, mit der Intelligenz *im Netz* beim PSTN und *an den Enden* beim Internet. Aus TK-Betreibersicht wäre es widersinnig, eine Internet-Anwendung in das PSTN zu integrieren. Nach unserer Einschätzung sieht die derzeitige Situation so aus, dass eine Modifikation der Technik des Verbindungsaufbaus im Telefonnetz nicht stattfinden wird. In diesem Sinne wird es das opt-in der Telcos für ENUM nicht geben. Konvergenz heißt dann wiederum weg vom PSTN, hin zum Internet und der All-IP-World.

Der Haken bei User ENUM ist, dass idealerweise die Intelligenz an den beiden Endpunkten einer Verbindung sitzen sollte, die Grundidee aber gerade darin besteht, ein „dummes“ Telefon als Ausgangspunkt nutzen zu wollen. Da die Intelligenz des Telefonnetzes aber nichts für ENUM leistet, muss der Terminierungsendpunkt die komplette Intelligenz übernehmen. Die nächsten zwei bis drei Jahre werden zeigen, ob es im Umfeld heterogener Netze Chancen für User ENUM gibt und ob ENUM zum reinen Internet-Dienst wird.

Dadurch dass User ENUM-Anwendungen im öffentlichen Internet stattfinden, wurde seit Beginn von Standardisierung und Entwicklung darauf hingewiesen, dass es in diesem Bereich Datenschutzprobleme geben kann. Die größte Befürchtung lag darin, dass mehr oder weniger automatisch große ENUM-Datenbanken angelegt werden würden, ohne dass die Nutzer vorher gefragt würden (ICB 2003). Für Leute, die nicht in diesem Verzeichnis eingetragen sein wollen, wäre demnach ein expliziter Widerspruch notwendig (opt-out-Verfahren). Die frühzeitigen Warnungen haben dazu geführt, dass ganz überwiegend das opt-in-Verfahren, also die aktive Zustimmung des Nutzers zur Einrichtung seiner ENUM-Domain, etabliert wurde. Diese Verfahrensvorschrift ist in der ETSI-Empfehlung zu ENUM enthalten (ETSI 2002) und in der Regel auch Bestandteil der Verträge zum Tier 1-Registry-Betrieb – so auch in Deutschland.

Es versteht sich von selbst, dass für alle ENUM-Anwendungen im öffentlichen Internet die europäischen sowie die jeweiligen nationalen Datenschutzregelungen gelten. Die Entwickler müssen diese gesetzlichen Vorschriften berücksichtigen. Da die ENUM-Registrierungen normalerweise im nationalen Rahmen bleiben, weil eine Telefonnummer mit deutschem Ländercode +49 nur in der deutschen ENUM-Registry eingetragen werden kann, ist die Rechtslage beim Datenschutz für den Nutzer sehr einfach zu verstehen: es gilt deutsches Recht. Nur wenn Registrare aus dem (nicht-europäischen) Ausland zur Auswahl stünden, könnten Probleme entstehen, dass Unklarheit herrscht, welche Datenschutzregelung anzuwenden ist. Die Entscheidung liegt letztlich beim Nutzer, welche Daten er im Internet veröffentlichen will. Wenn bei der Internet-Telefonie unerwünschte Anrufe die gleiche Größenordnung wie bei E-Mail die Verseuchung mit SPAM anzunehmen drohen, wäre dies ein Hindernis für das öffentliche User ENUM.

6 Diskussion der Ergebnisse: technische Gegebenheiten und politische Gestaltungsmöglichkeiten für ENUM

ENUM befindet sich Anfang 2005 auf dem Weg zur Anwendungsreife, wenngleich die Standardisierung der ENUM-Services noch nicht abgeschlossen ist. Während Implementationen im Carrier-Bereich und in privaten Netzen an Fahrt gewinnen, ist das User ENUM trotz der Festigung des Betriebsmodells und der Entwicklung interessanter Prototypen ein gutes Stück vom „time to market“ entfernt. Die ENUM-Feldversuche dauern an oder beginnen erst wie in den USA. Die große Ausnahme bildet Österreich, das sich bereits im Wirkbetrieb befindet, wobei dies jedoch in erster Linie bedeutet, dass der Produktentwicklung ein sicherer Rahmen gegeben wurde, und weniger, dass ENUM-Anwendungen verfügbar sind und in großem Stile nachgefragt werden. Der österreichische Weg ist ein Vorteil für Innovatoren, denn in dieser Phase der Technikentwicklung kommt es vor allem auf die Reduktion von Unsicherheit an – technisch und institutionell, was in diesem Kapitel anhand der Ergebnisse der vorangegangenen Untersuchung diskutiert wird.

6.1 *Das ENUM-Betriebsmodell: Gibt es Alternativen zum „Golden Tree“?*

Das Standard-Betriebsmodell für ENUM ist, wie der Fallvergleich gezeigt hat, das „Golden Tree“-Modell. Ausgehend von der offiziellen und einzigen ENUM-Domäne e164.arpa (Single Tier 0) spannt sich der Verzeichnisbaum der Sub-Domänen auf. Die Sub-Domänen bilden den E.164-Ländercode im Domain Name System ab, wobei jede nationale ENUM-Domäne durch einen Registerbetreiber geführt wird (Single Tier 1 Registry). Selbst die Länder, die alternative Modelle mit mehreren Registries implementieren wollten, haben letztlich das Standardmodell mit Hilfe einer Meta-Registry rekonstruiert wie im Falle Großbritanniens oder ihre Planungen geändert wie die USA.

Die Architektur des Domain Name System gibt technisch eine Struktur vor, die organisatorisch nicht umgangen werden kann. Trotzdem wurde das „Golden Tree“-Modell kritisiert, weil die Alleinstellung des einheitlichen ENUM-Verzeichnisses als globales Monopol interpretiert wurde. So wurde befürchtet, dass aus Unwisseneheit oder Fehlinformation ein von den Regierungen und der ITU staatlich sanktioniertes Monopol entsteht (Cannon 2001). Doch in der Praxis waren es vielmehr die staatlichen Akteure, besonders die Regulierungsbehörden, die auf Wettbewerb konditioniert sind, die auf das technisch bedingte Registry-Monopol mit einer Art Liberalisierungsreflex reagiert haben. So verzweifelte ein DNS-Experte fast an der Denke in den politischen Administrationen: „Golden tree => monopoly => BAD. Multiple trees => competition => GOOD. Sigh.“ (Jim Reid, RIPE-Liste, 2003-09-24) Die Diskussion über „Single Registry vs. Multiple Registries“ wurde auch im Fall von ENUM geführt. Vor allem die Akteure, die außerhalb des offiziellen Betriebs standen, bewerteten parallele ENUM-Implementationen positiv (Pulver 2004). Entscheidend ist jedoch, dass ein Effizienzgewinn und ein Nutzen für den Verbraucher im „multiple registry“-Modell nicht gezeigt werden kann. Eine Untersuchung über ENUM spielt sechs verschiedene Modelle durch, von denen drei mit Single Registry und drei mit Multiple Registries operieren. Die Modelluntersuchungen bleiben jedoch sehr abstrakt, und das Hauptkriterium ist das jeweilige Geschäftsinteresse unterschiedlicher Akteure, völlig losgelöst von der Koordinationsleistung und der Sicherheit der Modelle (Hwang/Mueller/Yoon/Kim 2001).

Gibt es denn tatsächlich praktikable und wünschenswerte Alternativen zum Golden Tree-Modell? Theoretisch betrachtet steht das Golden Tree-Modell für einen weltweit koordinierten Ansatz der Abbildung von Telefonnummern in Domainnamen. Alternative Modelle, nämlich ein unkoordinierter Ansatz bzw. konkurrierende, je für sich koordinierte DNS-Bäume, sind durchaus denkbar. Dieses Modell wird in der Debatte auch „Silver Trees“ genannt. Man startet mit mehreren ENUM-Verzeichnissen, die untereinander im Wettbewerb stehen, und lässt den Markt entscheiden, ob mehrere Bäume koexistieren können oder welcher „Silver Tree“ sich durchsetzt und schließlich zum „Golden Tree“ wird.

An Kandidaten für alternative Implementationen mangelte es nicht. So waren schnell mehrere Domainnamen registriert, die für ENUM bereit standen (WIP o. J.).

Domainname	Domaininhaber
E164.arpa	IAB/ RIPE-NCC
E164.com	Netnumber Inc.
E164.net	STUPI AB
E.164.info	netzquadrat GmbH
E164.org	D. Groth
ENUM.org	NeuStar, Inc
ENUM.com	Enum Consulting LLC
ENUM.net	Athena Design Inc.
ENUMWORLD.com, .org, .net	Network Solutions Inc.

Tabelle 8: Alternative Domainnamen für ENUM

Am weitesten vorgewagt hat sich das Projekt E164.org. Es versteht sich als unabhängige non-profit ENUM-Registry, die ebenso öffentlich über das Internet zugänglich ist wie E164.arpa. Es ist allerdings wenig wahrscheinlich, dass die Bedeutung dieser Unternehmung über die eines grass-roots-Experiments hinausgeht. Die obige Tabelle ließe sich beliebig verlängern, denn prinzipiell könnte die ENUM-Technologie in jeder beliebigen Domäne implementiert werden. Es ist jedoch zu beachten, dass die Domäne e164.arpa Bestandteil des ENUM-Standards ist. Bei allen Implementationen außerhalb der Standard-Domäne handelt es sich streng genommen nicht um ENUM.

Rein theoretisch betrachtet gibt es also Alternativen zum Standard-Betriebsmodell. Für die Bewertung des Betriebsmodells im Verhältnis zu den Alternativen kommt es letztlich auf die Kriterien an, die zu Grunde gelegt werden. Als wichtigste Richtschnur gilt, dass Experimente mit Adressräumen, die im operativen Einsatz sind, ein hohes Risiko für die Verfügbarkeit von Kommunikationsinfrastrukturen bergen und daher abzulehnen sind. An die Bewirtschaftung von Adressräumen sind nach unserer Auffassung grundsätzlich hohe Anforderungen an Koordination, Stabilität und Neutralität zu legen. Außerdem kommt der Sicherheit des Systems große Bedeutung zu – gemeint ist

dabei nicht nur die technische Sicherheit, sondern auch die soziale Sicherheit im Sinne von Vertrauen in die Administration und Erwartungssicherheit für die Akteure.

Diese Kriterien können nicht nur von staatlichen Nummernverwaltungen erfüllt werden, sondern auch von Institutionen gesellschaftlicher Selbstorganisation, wie vor allem die Informationstechnologie zeigt. Man denke in diesem Fall nicht nur an die Selbstverwaltung der IP-Nummern durch die Internet Service Provider, sondern auch an die MAC-Adressen des Ethernet-Standards durch die Ingenieursvereinigung IEEE (Mueller 2002). Für das öffentliche ENUM-Verzeichnis unter e164.arpa gilt, dass hoher Koordinationsbedarf herrscht und hohe Stabilitätsanforderungen zu erfüllen sind, um die Innovationschancen eines global einheitlichen Systems der Verknüpfung der Adressräume von Telefon und Internet zu fördern. Unter diesen Gesichtspunkten gibt es für das öffentliche ENUM keine echte Alternative zum weltweit koordinierten Betriebsmodell des singulären „Golden Tree“.

6.2 *Das Innovationspotential von ENUM: „Kein Markt unter dieser Nummer“?*

ENUM ist eine inkrementelle Innovation, denn die Technologie baut auf dem Rufnummernplan des internationalen Telefonnetzes einerseits und dem Domain Name System des Internet andererseits auf. Für sich genommen ist ENUM zunächst einmal ein Standard, der Regeln definiert, wie Telefonnummern im Domain Name System gespeichert werden können und wie der so geschaffenen Telefondomain mehrere Adressen von Kommunikationsdiensten in einer Datenbank zugeordnet werden können. Solange ENUM nicht in Anwendungen integriert wird, ist die Technologie nutzlos. Insgesamt ist ENUM ein reiner Verbindungsmechanismus, so dass man sagen kann: Es gibt keinen spezifischen Markt für ENUM. ENUM muss in umfänglichere Produkte und Dienstleistungen eingebaut werden, wobei dies so unauffällig geschehen kann, dass der Nutzer nicht weiß, dass bei einer Kommunikationshandlung „ENUM inside“ ist. Es wird also auch auf das Marketing ankommen, ob ENUM für den Endverbraucher zu

einem Begriff in der IP-Kommunikationswelt wird oder einfach stillschweigend eingesetzt wird.

Im Juni 2004 gab es auf der IETF-Mailingliste eine interessante Diskussion der Experten über die Chancen von User ENUM. Es wurde festgestellt, dass man die ursprüngliche Idee verabschieden müsse: „[T]he original vision where enum is allocated to the end users doesn't seem to hold true anymore“ (J. Seng, IETF-Liste, 2004-06-11). Einer der frühesten Vertreter des Visitenkaren-Leitbilds konzidierte: „Considering the latest discussions and also looking at what ENUM currently is used for, the original idea of having all communications via one number does not seem to hold anymore“ (R. Stastny, IETF-Liste, 2004-06-17). Die Leute würden im Gegenteil durch das Ausprobieren von VoIP-Angeboten Telefonnummern sammeln wie Briefmarken. Dennoch wurde auch darauf verwiesen, dass man die Perspektive nicht zu sehr einschränken solle und noch gar nicht absehbar sei, welche Innovationen noch auf den Markt kämen: „IMO it's unwise to get into a mindset that ENUM is just about voice or VoIP or telephony services. (...) The real innovation in ENUM will be when people come up with new services and applications that use NAPTRs in ways we've not yet imagined“ (J. Reid, IETF-Liste, 2004-06-17). Letzterer Kommentar, der auf die Innovationsoffenheit der ENUM-Entwicklung hinweist, hat unsere volle Unterstützung, wenngleich unsere Forschungen zum Schluss kommen, dass die Idee, die Telefonnummer per ENUM zur zentralen Adresse zu machen, gescheitert ist.

Überlegt man sich, welches Identifizierungselement bei den Nutzern die größte Akzeptanz als zentrale Adresse findet, so kann die Antwort nur lauten, dass dies der persönliche Domainname ist. Die ENUM-Domain bleibt unsichtbar und wird von Maschinen abgearbeitet, während der Domainname sichtbar ist und im Web die Homepage benennt – wie der Name schon sagt: unter dieser Adresse ist der Nutzer im Internet zu Hause. Somit zeigt sich ein Schwachpunkt des ENUM-Designs. Als universeller Verbindungsmechanismus kann ENUM überzeugen, doch der Ansatz, dafür die Telefonnummer zum Ausgangspunkt zu nehmen, stellt im Vergleich zum Design des Domain Name System einen Rückschritt dar, denn der Erfolg des DNS beruht gerade darauf, an der Mensch-Maschine-Schnittstelle

leicht merkbare Namen als mnemotechnische Hilfe über die numerischen IP-Adressen zu legen (Political Intelligence 2003: 73).

Hinzu kommt, dass das Nutzungsrecht am eigenen Domainnamen umfassend ist und die Handhabung einfach. Domainnamen sind persönlich registrierbar, sie sind ortsunabhängig und ultraportabel, wodurch einer dauerhaften oder gar lebenslangen Nutzung nichts im Wege steht. Dies trifft auf Telefonnummern in der Regel nicht in gleichem Umfang zu. Bezieht man die Nutzersituation ein, stehen der Telefonnummer als zentraler Adresse auch rein praktische Hindernisse im Weg, denn im Privatkundenbereich teilen sich oft mehrere Personen in einem Haushalt einen Telefonanschluss, so dass nicht einfach ein Mitnutzer die ENUM-Domain für sich reklamieren kann. Des Weiteren können sich angesichts der Mobilitätsanforderungen des Berufslebens immer weniger Personen sicher sein, dass sie ihre geographische Festnetznummer auf lange Sicht behalten werden. Eine Investition, eine solche Nummer zur Kommunikationszentrale zu machen, wäre also eine unsichere Angelegenheit und die Umstellung im Fall eines Umzugs an einen anderen Wohnort mit hohen Transaktionskosten verbunden. Die „lebenslange“ persönliche Telefonnummer aus dem 0700-Bereich böte für diesen Fall Abhilfe, doch dieses Angebot ist viel zu teuer. (Allein die RegTP verlangt 62,50 EUR Gebühr vom Kunden für die Vergabe einer 0700-Nummer. Dagegen kann man einen Domainnamen für einen Bruchteil dieses Betrags bekommen.) Blicke also am ehesten die persönliche Mobilnummer, um User ENUM darauf aufzusetzen. Doch besonders die Mobilfunkbetreiber wachen sehr genau darüber, dass in ihren Netzen keine frei konfigurierbaren Endgeräte eingesetzt werden.

Darüber hinaus spielen andere soziale Faktoren eine Rolle, die bedacht werden sollten. Viele Nummern zu haben, signalisiert Wichtigkeit, eine volle Visitenkarte ist also ein Statussymbol. Außerdem signalisiert sie technische Aufgeschlossenheit. Vor ein paar Jahren hat man auf den gedruckten Visitenkarten nachgesehen, ob die betreffende Person E-Mail nutzt; heute verkündet man nicht ohne Stolz mit seiner SIP-Adresse, dass man Internet-Telefonie macht. Als Beispiel sei hier genannt, dass einer der Vorsitzenden der ENUM-Arbeitsgruppe der IETF nicht weniger als elf Adressen in seiner E-Mail-Signatur aufführt, darunter fünf verschiedene Telefonnummern.

Die Nutzer kommen sehr wohl mit vielen unterschiedlichen Nummern und Adressen zurecht. Sie erkennen die dienstspezifischen Merkmale von Adressen wie Festnetz- und Mobilnummern oder E-Mailadressen und sind gewohnt, den gewünschten Kommunikationsweg eigenständig auszuwählen. Sie wissen, dass der wahrscheinlichste Weg, einen Teilnehmer direkt erreichen zu können, in der Wahl seiner Handynummer liegt. Wenn man hingegen einen Kommunikationspartner nicht sprechen will, sondern ihm ein Dokument zukommen lassen will, schickt man eben ein Fax. Der Empfänger kann sich dieses per E-Mail zustellen lassen, wobei dem Sender jedoch gleichgültig sein kann, auf welchem Wege sein Dokument ankommt. Also besteht sowohl auf der Senderseite wie auf der Empfängerseite Wahlfreiheit des Kommunikationsmittels. User ENUM hat seine Stärke darin, dass *der Empfänger* definieren kann, wo und wann er auf welchem Kommunikationsweg erreicht werden kann. ENUM-Dienste, die dem Initiator der Kommunikation zusätzliche Wahlentscheidungen und ungewohnte Tätigkeiten abverlangen, sind nicht nutzerfreundlich und werden keine Akzeptanz finden.

Für den Fall, dass man die Kontaktdaten eines gewünschten Kommunikationspartners nicht zur Hand hat, aber im Internet nachsehen kann, eignet sich aus Nutzersicht, wie oben bereits beschrieben, die Homepage unter dem persönlichen oder dem Firmen-Domainnamen viel besser als die Telefonnummer-Domain. Ein ENUM-Nutzer kann dann immer noch auf seiner Webpage auf ENUM-Dienste verweisen, wenn er sein persönliches Erreichbarkeits-Management damit betreibt. Falls auch die Web-Adresse nicht bekannt ist, kommen in gewohnter Weise Suchmaschinen und Verzeichnisse zum Einsatz.

Die Aussichten für User ENUM sollen hier aber nicht schlecht geredet werden. Es geht nur darum, die Gründe aufzuzeigen, warum das ursprüngliche Leitbild gescheitert ist. Die „Online-Visitenkarte“ mit der Telefonnummer als zentraler Adresse war nicht der passende Ansatz für User ENUM. Während Carrier ENUM und Enterprise ENUM an Fahrt gewinnen, sind gegenwärtig noch keine überzeugenden Geschäftsmodelle für User ENUM erkennbar (Shaw 2004). Doch wenn die Grundidee der IETF berücksichtigt wird, dass ENUM Services mit einem normalen Telefon nutzbar sein sollen, haben Entwicklungen, die zudem die

Nutzungsgewohnheiten des Telefonierens einbeziehen, gute Chancen, auch für die durchschnittlich technisch versierten Endverbraucher attraktiv zu sein. Die Produktentwickler tun allerdings gut daran, weniger technisch zu denken, sondern den Verwendungskontext einzubeziehen und die Nutzerperspektive einzunehmen. Dies entspricht der Strategie des nutzerorientierten Innovationsmanagements (Monse/Weyer 1999), wodurch Unternehmen sich einen Wettbewerbsvorteil verschaffen können.

Trotzdem soll an dieser Stelle nochmals hervorgehoben werden, dass ENUM keine Technologie ist, mit der die Masse der individuellen Nutzer problemlos umgehen kann. Der individuelle Nutzer muss, um die ENUM-Technologie autonom als *user-provider* einsetzen zu können, zu Hause einen Server betreiben, der ständig online ist, und mit seinem Rechner, speziellen Einsteckkarten und spezieller Software den häuslichen Telefonanschluss und seinen Breitband-Internetanschluss verbinden sowie die von ihm gewünschten Dienste programmieren. Das bedeutet umgekehrt, dass die Masse der Endverbraucher auf ENUM-Angebote der Provider angewiesen ist.

Betrachtet man ENUM auf der Makroebene, stellt man fest, dass für die Verbreitung von ENUM Netzeffekte eine Rolle spielen. Man kann sich heute schon seine Telefondomain einrichten und seine NAPTR-Daten im öffentlichen ENUM-Register hinterlegen und pflegen. Doch solange auf den PCs und sonstigen Endgeräten keine ENUM-Clients installiert sind, die per ENUM-Lookup die NAPTR-Einträge abfragen, liegen diese Daten ungenutzt herum. Es besteht daher kein Anreiz, die Investition in das Angebot von ENUM-Daten zu tätigen. Wir haben es hier also auch mit einem Henne-Ei-Problem und einem Kritische-Masse-Problem zu tun.

Die Telefonnetzbetreiber könnten zur Lösung des Kritische-Masse-Problems beitragen, indem sie ENUM in die Telefonnetze integrieren. Doch dies widerspricht ihren Interessen aus mehreren Gründen. Erstens stellen die Carrier ohnehin auf IP-Technik um und werden nicht in die Ausrüstung des PSTN mit ENUM investieren. Zweitens haben sie ein Interesse daran, dass ein Anruf im PSTN beginnt und terminiert wird, d. h. dass für die Verbindung das telefonnetzeigene Signalisierungssystem SS7 zum Einsatz kommt und kein Anreiz besteht, vor SS7 einen ENUM-Lookup zu schalten. Dieser Vorgang kann also nur

in einer Telefonanlage eines Unternehmens oder eines Privathaushalts geschehen, die sowohl an das Telefonnetz wie an das Internet angeschlossen ist. Der Knackpunkt für die Verbreitung von ENUM liegt in der Intelligenz an den Enden des Netzes. Wenn Endgeräte benutzt werden, die über genügend Intelligenz für ENUM verfügen, werden sie meistens auch Internet-Zugang haben. Die Frage ist dann letztlich, welche Rolle ENUM für Kommunikationsdienste im Internet einnehmen wird.

Es zeigt sich hiermit, dass die Konvergenz von Telefonnetz und Internet, die zur Nutzung von Voice over IP für die Sprachkommunikation führt, nicht deckungsgleich ist mit ENUM, das eine Technologie für die Koexistenz der Nummernräume von Telefon und Internet ist. Auf dem Kommunikationsmarkt hat ENUM den Charakter einer Übergangstechnologie, die solange Bestand haben kann, bis in der „All-IP-World“ ausschließlich die Adressierungstechnik des Internet eingesetzt wird. Aussagen zu treffen, ob und wann es dazu kommt, wären zum gegenwärtigen Zeitpunkt sehr spekulativ.

6.3 Innovations- und Regulierungspolitik: Staatliche Handlungsoptionen für ENUM

In diesem Abschnitt wird diskutiert, welche Handlungsmöglichkeiten für ENUM förderlich sind. Um klar zu sehen, welcher Akteur dabei angesprochen wird, muss zuerst der Blick geweitet und auf die größere Szenerie der Innovations- und Regulierungspolitik unter den Bedingungen der Konvergenz gerichtet werden.

6.3.1 Konvergenz der Netze – Diversität der Regulierungsstrukturen?

Die Untersuchung der ENUM-Governancestruktur hat gezeigt, dass beim Address Mapping grundsätzlich zwei Regulierungskulturen und ihre Institutionen beteiligt sind, nämlich die staatliche TK-Regulierung und die private Selbstregulierung des Internet. In Anbetracht des Konvergenz-Phänomens stellt sich die Frage, ob der technischen Konvergenz auch die institutionelle Konvergenz der Regulierung folgen muss. Eine Antwort darauf lautet, dass technische Prozesse nicht

„gewissermaßen naturwüchsig oder logisch notwendig zu einer Konvergenz von Regulierung und Aufsicht“ führen, sondern dass es Optionen gibt, die in der politischen Willensbildung diskutiert werden müssen (Hoffmann-Riem/Schulz/Held 2000: 25). Zwar trifft es zu, dass Art und Umfang der Regulierung im politischen Prozess gelöst werden müssen (Grande 1998), doch der Verweis auf die Entscheidungshoheit der Politik soll nicht verdecken, dass in der Forschungsdiskussion über die institutionellen Regulierungsarrangements für konvergente Märkte und Technologien in Netzwerkindustrien noch viele Sachverhalte der Klärung harren. Gerade in den Bereichen TK, IT, Rundfunk und Medien stellen sich Fragen nach der Technologieneutralität und nach dem Verhältnis von Infrastruktur und Inhalt in der Ausgestaltung der Regulierung in besonderem Maße (OECD 2004b; Henten/Falch/Tadayoni 2002).

In der Hauptsache dreht sich die Diskussion darum, ob in Zeiten der Konvergenz die sektorspezifische Regulierung beibehalten werden soll oder ob die multisektorale Regulierung das besser angepasste Arrangement ist. „Multisektoral“ bedeutet dabei, dass es eine integrierte Regulierungsbehörde gibt, die für mehrere Branchen und Bereiche zuständig ist (Samarajiva/Henten 2002). Traditionell herrscht der vertikale Ansatz der Regulierung vor, bei dem verschiedene Agenturen sektorspezifisch regulieren, also nach Branchen getrennt oder nach dem Unterscheidungskriterium Individual- vs. Massenkommunikation. Daraus ergeben sich jeweils getrennt die TK-Regulierung (TK-Sektor) und die Medienregulierung (audiovisueller Sektor), während der Bereich Informationstechnologie (IT) weitgehend unreguliert ist (Damjanovic 2002).

Wie soll die Politik auf die Konvergenz reagieren? Zwar hat noch kein Staat einen „super regulator“ für alle Netzwerkindustrien installiert, doch es gibt den Trend, dass verschiedene Bereiche unter dem Dach einer einzigen multisektoralen Regulierungsbehörde zusammengefasst werden. Dies erklärt die Forschung teils mit Effizienzvorteilen und teils mit Anpassungsdruck an Konvergenz. Je nachdem, welcher Faktor überwiegt, wird von „convergence regulation“ gesprochen, wenn, wie im TK- und Internet-Bereich, der Druck stärker aus der technologischen Richtung kommt. Dagegen spricht man von „regulatory convergence“, wenn die Veränderung des Regulierungsregimes, wie bei anderen

Netzwerkindustrien, auf der Notwendigkeit größerer organisatorischer Effizienz beruht (Henten/Samarajiva/Melody 2003).

Der Ansatz der Regulierung hängt wiederum mit dem Problem zusammen, welche Konvergenzfolgen als wünschenswert oder als schädlich angesehen werden bzw. wie Konvergenz gestaltet werden kann. Zur Gestaltung gehört zunächst der Abbau von Hindernissen, so dass sich der Blick auf die Konvergenzhemmnisse richtet. Die Literatur nennt drei Klassen, die Konvergenz behindern können (Latzer 1997: 82-83):

- Firmenkultur, Ökonomie
- Regulierung
- Institutionelle Reformresistenz

Zusätzlich ist zu bedenken, dass Konvergenz in der Regel zu Kollisionen führt. Der Staat ist dabei kein Unbeteiligter, denn, wie Latzer ausführt, ist es „vor allem die staatliche Politik, die eine frühzeitige Konvergenz der Bereiche und damit den marktgesteuerten Test des Kollisionsverhaltens verhindert“ (1997: 83). Doch dem ist hinzuzufügen, dass konvergenzbedingte Kollisionen nicht immer von der Marktentwicklung überwunden werden können. Besonders der Strukturwandel in der Telekommunikation wurde zwar technisch und ökonomisch stimuliert, doch „letztlich über staatliches Handeln gestaltet“ (Grande/Schneider 1991: 453). Im Unterschied dazu geht von der Vernetzungstechnologie des Internet eine ungleich stärkere Prägekraft auf soziale und politische Strukturen aus (Werle 2000). Im Fall ENUM manifestiert sich dies so, dass die Netze technisch auf dem Internet-Standard zusammenwachsen, während die Verwaltungsstrukturen der TK- und der Internetregulierung trotz Kooperation an einigen Stellen zusammenprallen. Gerade weil der Telekommunikationsmarkt nicht ohne staatliche Regulierung funktioniert, löst der Konvergenzprozess eine Wechselwirkung zwischen Technik, Politik und Industrie aus.

Betrachtet man die Regulierungsbehörden der in dieser Studie behandelten Länder, so zeigen sich signifikante Unterschiede. Österreich hat im Jahre 2001 die Regulierungsbehörden für Telekommunikation und Medien zum „Konvergenzregulator“ verschmolzen. So entstand aus der Telekom Control GmbH und der Kommunikationsbehörde Austria die neue Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH (RTR). Die RTR GmbH hat einen in Europa einzigartigen

Status: Die österreichische Regulierungsbehörde ist eine privatrechtliche Nonprofit-Gesellschaft, deren Anteile zu 100% vom Staat Österreich gehalten werden. Es handelt sich um eine organisatorische Privatisierung oder um die „Beleihung“ eines privaten Akteurs mit staatlichen Aufgaben. Diese besondere Architektur stammt bereits aus dem Telekommunikationsgesetz von 1997 (Fuchs 2000), und die Ausrichtung auf Konvergenz wurde im öTKG der zweiten Generation, das 2003 verabschiedet wurde, weiter verfolgt (Mersich/Schauhuber 2004). In Großbritannien fand eine ähnliche Umstrukturierung statt, indem die fünf Regulierungsbehörden für Telekommunikation, Medien und Funkfrequenzen³⁸ in die integrierte Regulierungsbehörde OFCOM (Office of Communications) überführt wurden. OFCOM hat im Dezember 2003 die Arbeit aufgenommen (Knopp 2003). Der Ansiedlung unter einem Dach muss allerdings noch die Verschmelzung der Fachbereiche folgen, wenn das Ziel der „konvergierten Regulierung“ erreicht werden soll (Vick/Doyle 2004; Suter 2004). Die USA haben eine sehr komplexe Regulierungsstruktur, die in jüngster Zeit durch das Internet und durch die Rücknahme der Trennung der Märkte für Orts- und Ferngespräche in Bewegung gekommen ist (Black 2002). Ohne hier in Einzelheiten zu gehen, kann gesagt werden, dass die Federal Communications Commission (FCC) ebenfalls eine integrierte Regulierungsbehörde für Telekommunikation, Medien und Internet ist. Also finden wir in den drei Staaten Österreich, Großbritannien und in den USA eine integrierte, multisektorale Regulierung, die den Mediensektor einbezieht.

In Deutschland entsteht zwar ebenso eine multisektorale Regulierungsbehörde, indem bei der RegTP zusätzlich zur Zuständigkeit für Telekommunikation und Post die für Strom und Gas angesiedelt wird. Aber genau besehen handelt es sich in diesem Fall um eine multisektorale Infrastrukturregulierung. Die Konvergenz im „IKM-Sektor“ (Information, Kommunikation und Medien) kann in Deutschland aufgrund der Kulturhoheit der Länder institutionell nicht abgebildet werden. Die jeweilige Zuständigkeit für Rundfunk, Mediendienste, Teledienste und Telekommunikation muss durch die Gesetze und Staatsverträge zwischen Bund und Ländern abgegrenzt werden (Hoffmann-Riem/Schulz/Held 2000).

³⁸ Neben OFTEL waren dies: Independent Television Commission (ITC), Broadcasting Standards Commission (BSC), Radio Authority (RAu) und Radiocommunication Agency (RA).

Aufgrund der Ergebnisse dieser Studie kann man nicht sagen, dass sich die Diversität der deutschen Regulierungsstruktur im Fall ENUM als Konvergenzhemmnis oder Innovationshindernis auswirkt. Genauso wenig lässt sich behaupten, dass Länder mit konvergierter Regulierung hier besser abschneiden, zumal die neuen Institutionen in Österreich und Großbritannien noch sehr jung sind. Trotzdem muss diese institutionelle Entwicklung im Blick behalten werden, weil die Regulierungsbehörden mit ihren Entscheidungen nicht nur den Wettbewerb sichern, sondern auch innovationspolitisch tätig sind. Ausgehend vom Fall ENUM lässt sich die These aufstellen, dass konvergierte Regulierungsagenturen die Innovationschancen des Internet besser realisieren können als Regulierungsbehörden, die nur für Telekommunikation zuständig sind. Dies wäre durch weitere Forschung zu überprüfen.

6.3.2 Regulierungspolitik im Spannungsfeld zwischen Innovationssteuerung und Wettbewerbsförderung

Die Regulierungsbehörde für Post und Telekommunikation (RegTP) ist neben dem Bundeswirtschaftsministerium (BMWA) der wichtigste Akteur des politisch-administrativen Systems für ENUM. Die Behörde hat nicht nur die Aufgabe der Wettbewerbskontrolle, sondern es ist gesetzlich festgeschriebenes Regulierungsziel, dass sie den Wettbewerb fördern *und* Innovationen unterstützen soll (TKG § 2). In der Debatte des TKG war dieser Punkt zwar umstritten, doch schließlich hat der Gesetzgeber der RegTP die Gestaltungsfunktion aufgetragen. Die Innovationssteuerung durch die RegTP wurde als „aktive Marktbegleitung“ charakterisiert, worunter ein Steuerungskonzept zur Realisierung der beiden Ziele der TK-Regulierung – Wettbewerb und Innovation – zu verstehen ist (Hoffmann-Riem/Eifert 2000).

Wettbewerb und Innovation verhalten sich nicht prinzipiell komplementär zueinander, sondern es können Konflikte auftreten, die dann administrativ-politisch gelöst werden müssen. Um den Wettbewerb zwischen Telefonanbietern im TK-Markt zu fördern, setzte die Regulierungspolitik Anreize für neue Anbieter zu investieren. Im Gegenzug können die neuen Anbieter erwarten, dass die Politik ihre Investitionen schützt. Investitionssicherheit kann jedoch nicht staatlich

garantiert werden, wenn zugleich Innovationen unterstützt werden sollen. Innovation bedeutet „schöpferische Zerstörung“ (Schumpeter), d. h. bestehende Anlagen werden obsolet und wertlos. Der technologische Wandel bringt es nun mit sich, dass die Sprachkommunikation über das Internet abgewickelt werden kann. Dies ist eine bedeutende Innovation, die den Kommunikationsmarkt umkrepeln wird. Die Internet-Telefonie sollte aus innovationspolitischen Gesichtspunkten auf ganzer Breite unterstützt werden.

Die Internet-Telefonie bringt die Regulierungspolitik jedoch in ein Dilemma. Die Telefonanbieter, die nach der Liberalisierung in Netze investiert haben oder Funklizenzen erworben haben, erwarten den Schutz ihrer Investitionen, während die Innovationsförderung verlangt, beste Bedingungen für reine Internetzugänge mit immer höheren Bandbreiten zu schaffen, ohne dass der Verbraucher gezwungen wird, einen Telefonanschluss oder überhaupt irgendeinen Dienst zwangsweise mit zu kaufen („naked DSL“). Die OECD unterstreicht in einer Studie die umwälzende Kraft der Internet-Technologie:

„Whether viewed as convergence or transition, the traditional telephony world may eventually be replaced by a broad range of communications service providers addressing business and consumer markets with a diverse portfolio of IP-based applications including voice and video“ (OECD 2002: 4).

Um die Chancen des Internet zu nutzen muss die Innovations- und Regulierungspolitik stärker den Blick von der TK-Welt auf die IP-Welt richten. Unter den Bedingungen der Konvergenz rückt der Netzzugang ins Zentrum, und zwar auch im Sinne der größtmöglichen Wahlfreiheit für den Verbraucher, welche Art der Zugangstechnologie er nutzen will. Die „digitalen Gatekeeper“, die die Zugänge besitzen oder die Kontrolle über „bottleneck facilities“ haben, sind die Adressaten der Regulierung, die das Ziel verfolgt, offenen und diskriminierungsfreien Netzzugang herzustellen (Damjanovic 2002).

Bei diesem Thema kann auch die Frage aufgegriffen werden, ob zukünftige Voice-over-IP-Exchanges reguliert werden müssen, wenn sie eine Alleinstellung einnehmen. Grundsätzlich ist dies zu verneinen, denn solche Austauschpunkte sind nichts anderes als Austauschknotten des Internet wie z. B. der DE-CIX in Deutschland. Eine innovationsfördernde Regulierungspolitik sollte vielmehr dahingehend wirken, dass VoIP-Netze als Teile des Internet belassen werden und nicht durch Regulierungsentscheidungen zu Telefonnetzen gemacht werden. Die

Interkonnektion der Netze des Internet wird traditionell durch Selbstregulierung des Marktes gesteuert (Peering- oder Transit-Verträge der Provider). Solange der Marktzutritt neuer Betreiber möglich ist und die Provider Alternativen auf dem Markt haben bzw. sich bilateral zusammenschließen können, ist keine staatliche Regulierung notwendig.

Dieses Modell kann auf die Erreichbarkeit von Telefonnummernblöcken im Internet übertragen werden. Trotz Konvergenz bleiben Telefonnummern im Internet fremde Adressen. Bei der Internet-Telefonie mit Telefonnummern kommt es darauf an, dass die E.164-VoIP-Inseln der einzelnen Provider zusätzlich zusammengeschlossen werden müssen, obwohl die Netze der Provider ohnehin ins Internet eingebunden sind. Da die Provider die Nummernblöcke direkt von der Regulierungsbehörde bekommen, kann kein anderes Unternehmen diese Nummerblöcke ohne Zustimmung des Zuteilungsempfängers in ein zentrales Verzeichnis eintragen. Ein zentrales Verzeichnis kann für die VoIP-Inseln eine Leuchtturm-Funktion haben, wobei der wichtigste Punkt ist, ob dies ein privates Verzeichnis für Carrier-ENUM ist oder ob das öffentliche ENUM-Verzeichnis eine Doppelfunktion für Carrier-ENUM *und* User-ENUM zugleich übernehmen kann. Gegenwärtig scheint sich in Deutschland eher das Modell öffentlich-privat getrennter sowie dezentraler Verzeichnisse mit bilateralen Verträgen der Provider durchzusetzen.

ENUM braucht als Voraussetzung auf der Netzebene eine konsequente Breitbandpolitik, die dem Endnutzer ermöglicht, einen reinen Internetzugang erhalten zu können. Die Entbündelung von Telefon- und Internetanschluss ist also eine wichtige Aufgabe für die Regulierungspolitik. Es gilt, möglichst schnell gute Bedingungen für das sogenannte „naked DSL“ zu schaffen, also den reinen Breitband-Internetzugang über die Kupferdoppelader ohne analogen Telefonanschluss oder ISDN-Anschluss im Paket. Was den Bitstromzugang für ISPs in das Telekom-Netz angeht, wie er im neuen TKG vorgesehen ist, so muss man abwarten bis Vorleistungsprodukte auf den Markt kommen. Nach den im Gesetz vorgesehenen Prozeduren könnte es in der Praxis bis 2006 dauern, bis entsprechende Produkte auf den Markt kommen (Schütz 2004). Wie die Monopolkommission in ihrem letzten Bericht feststellte, ist zum weiteren Abbau der „faktischen Monopolstellung“ der Deutschen Telekom bei breitbandigen

Internetzugängen die Regulierung von Vorleistungen weiterhin „unverzichtbar“ (Monopolkommission 2004: 117).

Darüber hinaus sollte der Infrastrukturwettbewerb bei den Zugangstechnologien (Kabel, Funk, Ethernet) forciert werden. Der Kabel-Sektor ist in Deutschland nach wie vor, was den Internetzugang angeht, eine Schwachstelle im internationalen Vergleich (OECD 2003). Das rasante Wachstum im deutschen Breitbandmarkt darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass Deutschland im internationalen Vergleich keinen Spitzenplatz belegt, sowohl was die Durchdringung, den Preis und die Bandbreiten angeht (OECD 2004a). Die politischen Anstrengungen für mehr Wettbewerb und für die Förderung von Zugangstechnologien, die höhere Bandbreiten ermöglichen, müssen intensiviert werden.

6.3.3 Nationale und internationale Politik für den Übergang zum ENUM-Wirktbetrieb

Während ENUM auf der Netzebene durch die Schaffung reiner Breitband-Internetzugänge unterstützt werden kann, bieten sich auf der institutionellen Ebene weitere Möglichkeiten, diese Technologie zu fördern. Obwohl das Internet ein globalisiertes sektorales Innovationssystem ist, besteht bei ENUM aufgrund der nationalen Abgrenzung der Domänen eine hohe Handlungsfähigkeit des Staates – anders als bei den meisten Problemen im Internet, die wegen ihrer grenzüberschreitenden Natur die staatliche Technikgestaltung erschweren (Fuhrmann 2002). Trotz der nationalen Handlungsfähigkeit sollte die Politik ENUM als globales System wahrnehmen. Angemessen ist daher eine Innovationspolitik auf mehreren Ebenen, die neben Maßnahmen im nationalen Rahmen zugleich die Internationalisierung des Innovationssystems berücksichtigt (Meyer-Krahmer 1999).

Im Fall ENUM lassen sich folglich nationale und internationale Angriffspunkte unterscheiden, an denen die Innovationspolitik ansetzen kann. Allgemein kann gesagt werden, dass im jetzigen Stadium von ENUM politische Maßnahmen ergriffen werden sollten, um die Unsicherheit der Akteure im Feld zu reduzieren. Es geht weniger darum, eine förderungspolitische ENUM-Strategie zu entwerfen

als darum, der Internet-Wirtschaft Rechts- und Planungssicherheit zu geben und die Institutionalisierung des organisatorischen Feldes zu unterstützen.

ENUM befindet sich noch im Entwicklungsstadium, und wie der Name ENUM-Trial schon sagt, handelt es sich um einen Testbetrieb. Die Vorläufigkeit des Tests hat zur Folge, dass es Unsicherheit gibt, ob der Wirkbetrieb anders strukturiert sein wird als der Versuchsbetrieb, was wiederum die Innovatoren – und auch die DENIC als Registry-Betreiber – davon abhält, mit vollem Einsatz zu entwickeln und zu investieren. Je länger der Versuchsbetrieb dauert, desto stärker prägt sich ein institutioneller Entwicklungspfad aus und desto höher werden die Umstiegskosten in den Wirkbetrieb, wenn die staatlichen Rahmenbedingungen verlangen, dass von diesem Pfad abgewichen werden soll. Zwar ist es vernünftig und notwendig, zuerst im Versuchsbetrieb Erfahrungen zu sammeln, denn man kann nicht regeln, was man nicht kennt. Eine Regelung setzt voraus, dass eine Innovation zumindest in Ansätzen realisiert ist und zum Gegenstand sozialer Bewertungsprozesse geworden ist (Roßnagel 1999). Doch nach über zwei Jahren ENUM-Versuchsbetrieb liegen genügend Erfahrungen vor, um in den Wirkbetrieb zu gehen. Deutschland sollte möglichst schnell dem Beispiel Österreichs folgen, das Ende 2004 den Wirkbetrieb aufgenommen hat.

Der Vorsprung Österreichs hat Vor- und Nachteile für Deutschland. Nachteilig ist, dass die österreichischen Registrare nun direkt für den Markt entwickeln können, ihre Produkte beim Kunden vermarkten können und die Erfahrungen der Kunden zur Verbesserung der tatsächlich genutzten Dienste einsetzen können. Bei Austausch von Know-how unter den Registraren kann dies jedoch auch von Vorteil sein, denn so brauchen die gleichen Fehler nicht zweimal gemacht werden. Dies gilt auch für die politischen Akteure, die die Lösungen der österreichischen Regulierungsbehörde rezipieren und ggf. kopieren können. Aber es ist nicht zu erwarten, dass österreichische ENUM-Anbieter auf dem deutschen Markt tätig werden, sondern allenfalls mit deutschen Anbietern kooperieren. Aus praktischer Perspektive potentieller deutscher ENUM-Nutzer hat der Wirkbetrieb in Österreich keine Bedeutung, denn mit deutschen Rufnummern unter +49 kann man dort prinzipiell nicht teilnehmen.³⁹

³⁹ Theoretisch könnten sich deutsche Nutzer zwar österreichische Rufnummern besorgen und mit Hilfe von ENUM Anrufe über das Internet an ihre deutsche Rufnummer zustellen lassen, doch dies wäre nicht kundenfreundlich, denn es würde den Anrufer aus Deutschland ein Auslandsgespräch

Bei Verzögerung des Wirkbetriebs in Deutschland besteht die Gefahr eines „Systems von Abwartern“, was zu Handlungsblockaden führt, so dass trotz verfügbarer Technologie kaum Produkte entwickelt werden und nur geringe Nutzung stattfindet (Werle 1998). Staat und Wirtschaft können sich bei ENUM gegenseitig in einen Abwarterzirkel manövrieren, wenn der Staat auf die weitere Entwicklung wartet, während die Wirtschaft auf dauerhafte Rahmenbedingungen wartet, um Sicherheit für Produktentwicklungen und Investitionen zu haben. Wird dieser Zirkel nicht durchbrochen, entwickelt er sich zum Innovationshindernis.

Sicherlich gibt es noch offene Fragen, besonders im Datenschutz und bei der Validierung, doch ENUM ist keine Risikotechnologie, bei der der Staat eine besondere Gefahrenabwehr oder Risikovorsorge betreiben muss. Was den Datenschutz betrifft, sind keine Sonderregelungen für ENUM zu treffen, sondern es liegen gesetzliche Regelungen vor, die selbstverständlich für ENUM gelten. ENUM-spezifische Regelungen wie vor allem die Sicherstellung der Nummernraum-Integrität können zwischen Staat und Wirtschaft vertraglich geregelt werden. Der Vertrag für den Wirkbetrieb kann kontrollierend und ermöglichend zu gleich wirken und somit den Anforderungen einer konkreten „Technikgestaltung durch Recht“ (Kloepfer 2003) entsprechen.

Eine zentrale Frage für den Übergang zum Wirkbetrieb ist die, wie der Betrieb der nationalen Tier 1-Registry vergeben wird. Wie sich im Versuchsbetrieb gezeigt hat, sind die Verwaltungen der Ländercode-TLD des Domain Name System die geborenen Betreiber der nationalen ENUM-Register. Der Registerbetrieb bildet eine Einheit, und daher wird allzu oft vorschnell von einem „Monopol“ gesprochen. Der Begriff „Monopol“ löst in der staatlichen Verwaltung leicht den Liberalisierungs- oder Regulierungsreflex aus, ohne dass der Kontext beachtet würde. Die ENUM-Studie des WIK kommt zum Ergebnis, dass zwar die „wettbewerbsneutrale Gestaltung“ der Registry-Vergabe für den Wirkbetrieb sichergestellt werden müsse, aber der Kontext der Internet-Selbstorganisation zu berücksichtigen sei (Elixmann/Hillebrand/Schäfer/Wengler 2004: 129). Es ist also zu prüfen, ob es hinreichende Gründe gibt, die Verwaltung der nationalen ENUM-

kosten und auch verwirren – der geographische Bezug von Telefonnummern ist tief im Gebrauch des Telefons verwurzelt und lässt sich durch ENUM und Internet nicht einfach aus den Nutzungsgewohnheiten tilgen.

Domäne nicht dem „natürlichen“ Betreiber zu überlassen – im deutschen Fall also der DENIC.

Die DENIC ist ein Zusammenschluss der deutschen Internetwirtschaft in genossenschaftlicher Form zum Zwecke der privaten Selbstverwaltung der .de-Domäne. Die Kontrolle der DENIC erfolgt im Wesentlichen „von unten“ durch die Genossenschaftsmitglieder bzw. die ENUM-Teilnehmer, so dass die staatliche Kontrolle „von oben“ auf spezielle Aspekte begrenzt werden kann, die TK-rechtlich von Belang sind. Die DENIC übernimmt nicht nur technische Aufgaben, sondern auch soziale Funktionen der Koordination und Organisation der deutschen Internetwirtschaft. Im deutschen ENUM-Trial hat die DENIC durch ihre Mailingliste und die öffentlichen ENUM-Tagungen die „soziale Strukturierung technischen Wissens“ (Heidenreich 1997) vorangebracht.

Es wäre unzutreffend zu behaupten, dass sich in Deutschland ein Innovationsnetzwerk für ENUM gebildet habe. Das soziale Gebilde lässt sich besser als ein Forum des Austausches verschiedener Akteurguppen charakterisieren. Doch die Aktivität der DENIC hat die Aufmerksamkeit für ENUM in Deutschland konzentriert, so dass die DENIC zum Zentrum eines „innovativen Milieus“ geworden ist, in dem Austausch und Neukombination von Wissen und Lernen stattfindet und die Innovationstätigkeit stimuliert wird. Die DENIC übernimmt damit bei ENUM auf der nationalen Ebene die Funktion einer „Brückeninstitution“, die die organisatorische, institutionelle und kognitive Vielfalt durch das Zusammenbringen von Akteuren aus verschiedenen Wissens- und Denkkulturen sicherstellt (Heidenreich 1997: 200).

Bedenkt man, dass der Erfolg von Innovation „maßgeblich von der Bewältigung von Kommunikationsprozessen in einem vielschichtigen Akteurset“ abhängt (Monse/Weyer 1999: 100), so leistet die DENIC einen wertvollen Beitrag für ENUM, ohne jedoch selbst den Erfolg garantieren zu können. Als Forum und Nährboden für ENUM-Innovationen geht die Tätigkeit der DENIC weit über das technisch Notwendige hinaus, so dass aus der Perspektive der Innovations- und Technikanalyse die dauerhafte Ansiedlung des Betriebs der deutschen ENUM-Domäne bei der DENIC aus sozialwissenschaftlichen und innovationspolitischen Gründen sinnvoll erscheint.

Auf der internationalen Ebene kann die deutsche Politik ENUM hauptsächlich über die ITU unterstützen, aber auch durch gute Kontakte zu den Internet-Gremien. Für ENUM wurde, wie im dritten Kapitel beschrieben, das Delegationsverfahren für die ENUM-Domänen zwischen den Gremien der Internetverwaltung und der ITU eingerichtet. Dieses Verfahren existiert seit fast drei Jahren. Die ständige Wiederholung bei der ITU, das gegenwärtige Verfahren sei nur vorläufig und über die endgültige ENUM-Domäne noch nicht entschieden (Shaw 2004), sorgt für Unsicherheit bei den Innovatoren und blockiert Investitionen.

Unseres Erachtens ist mit der Einrichtung des Verfahrens der ENUM-Domänenvergabe und nach drei Jahren des Testbetriebs eine pfadabhängige Entwicklung bereits so weit fortgeschritten, dass sie auf Dauer gestellt werden sollte. Kleine Verfahrensänderungen würden den Fortschritt der ENUM-Entwicklung nicht gefährden, während ein Neustart in einer anderen Domäne mit so hohen Transaktionskosten verbunden wäre, dass sie der Verhinderung von ENUM gleich kämen. Zugespißt formuliert: Das öffentliche ENUM wird es unter e164.arpa geben oder es wird ENUM überhaupt nicht geben. Die deutsche Telekommunikationspolitik in der ITU sollte daher die ENUM-Domäne e164.arpa unterstützen und die ITU-Empfehlung zu ENUM auf der Basis des Interim-Verfahrens vorantreiben, um möglichst rasch stabile und verlässliche Rahmenbedingungen für ENUM auch auf der internationalen Ebene herzustellen.

7 Ausblick: Mit ENUM auf dem Weg in die All-IP-World?

Wie diese Studie gezeigt hat, befindet sich ENUM auf dem Weg zur Marktreife, wobei das gegenwärtige Entwicklungsstadium als technisch stabil und institutionell fragil charakterisiert werden kann. Technisch hat sich ENUM stabilisiert: das ENUM-Protokoll wurde als Internet-Standard verabschiedet, und die verschiedenen ENUM Services-Definitionen werden im Laufe des Jahres 2005 standardisiert und freigegeben werden. Institutionell betrachtet ist ENUM fragil. Auf der nationalen wie auf der internationalen Ebene herrscht weiter Unsicherheit über die staatlichen Rahmenbedingungen, unter denen ENUM im Wirkbetrieb operieren kann. Die Innovatoren engagieren sich zwar in den Feldversuchen, doch tun sie es eher zurückhaltend, solange sie keine Rechts- und Planungssicherheit haben.

Es ist aber nicht so, dass ENUM nur auf institutionelle Hindernisse stieße. Auch die technische Idee, verschiedenste Kommunikationsadressen und -dienste ausgehend von einer Telefonnummer zugänglich machen, fand bei den Nutzern keinen so großen Anklang, dass die Nachfrage nach ENUM-Produkten den Entwicklungsprozess vorantreiben würde. Dies kann sich erst ändern, wenn der Nutzwert dieser Technologie überzeugend demonstriert werden kann.

Es scheint so, als bestünde ENUM aus zwei guten Ideen, die jedoch so verknüpft wurden, dass keine der beiden ihr Potential voll entfalten kann. Die erste und grundlegende Idee war die, Telefonnummern auf Internetadressen abzubilden (ENUM stand ursprünglich für „E.164 number to IP address mapping“), um das Telefonnetz mit dem Internet zu verbinden. Damit wurde es möglich, mit einem normalen Telefon, das nur mit einem Zifferntastenfeld ausgestattet ist, ein Internettelefon anzurufen. Dies kann als „Address Mapping mit ENUM“ bezeichnet werden.

Die zweite und darauf aufbauende Idee verfolgte den Gedanken, dass wenn schon das Domain Name System zum Einsatz kommt, man über das DNS die ganze Vielfalt von Adressen und Dienste zugänglich machen kann, wobei Mensch oder Maschine den gewünschten Kommunikationsweg auswählen können – sozusagen

„Pluralized Messaging mit ENUM“. Dies machte ENUM zur Internet-Anwendung. Dadurch dass die beiden Grundideen verknüpft blieben, wurde die Telefonnummer als Ausgangspunkt beibehalten. Im Internet sind jedoch die gängigen Domainnamen die beliebtesten Adressen. Domainnamen sind leicht zu merken und einfach zu verwenden; sie sind „menschliche“ Adressen. Für die Integration vieler Dienste über eine einzige Adresse wäre ein Domainname viel besser geeignet als eine Telefonnummer. Inwieweit das Messaging mit ENUM trotzdem von den Nutzern angenommen wird, muss die Zukunft zeigen.

Dennoch zeigt ENUM, wie bedeutend das Domain Name System für das Internet ist und welche Innovationsmöglichkeiten in der Weiterentwicklung des DNS liegen. Die ENUM-Technologie fügt sich in einen Entwicklungstrend ein, durch den das DNS immer mehr zum zentralen Bestandteil von Internet-Anwendungen wird. Das Domain Name System ist elegant konstruiert, einfach, skalierbar und derzeit die einzige global verteilte Datenbank, die in das Internet integriert zur Verfügung steht. Sie kann zu weit mehr benutzt werden als nur dem Auflösen von Domainnamen in IP-Adressen. Dieser Trend, das Domain Name System für „higher-level services“ zu verwenden (Fontana 2003), sollte weiter beobachtet und erforscht werden. Nicht zuletzt hat das Internet Architecture Board das Domain Name System auf die Liste der Themen gesetzt, zu denen Internet-Grundlagenforschung betrieben werden sollte (RFC 3869).

Weitet man den Blick von ENUM auf die gesamte Entwicklung der Internet-Telefonie, so stellt sich die Frage „Telefonnummern vs. Domainnamen“ in anderer Weise. In der reinen Internet-Telefonie können SIP-Adressen die Telefonnummern ersetzen. SIP-Adressen sind wie E-Mail-Adressen aufgebaut, so dass ein Internet-Anruf in einer SIP-Anwendung mit „[nutzer@toller-provider.de](#)“ aufgebaut werden kann. Der Fortschritt bei den Endgeräten macht es möglich, auch in tragbaren Endgeräten wie PDA oder Handy SIP-Clients zu installieren und für einen Anruf in einem technologisch aufgeschlossenen Hotel „[rezeption@net-hotel.de](#)“ zu wählen statt der Telefonnummer – sofern ein mobiler Internetanschluss zugänglich ist. Es wird spannend sein, zu beobachten, wie sich die Nutzungsgewohnheiten im Umgang mit SIP-Adressen gegenüber den Telefonnummern entwickeln werden. Die heutige jugendliche Handy-Generation,

die eher SMS versendet als telefoniert, dürfte kaum Probleme haben, sich an SIP-URIs zu gewöhnen oder diese gar den Telefonnummern vorzuziehen.

In welchem Ausmaß ENUM zum Einsatz kommen wird, hängt auch davon ab, wie lange Telefonnummern überhaupt noch verwendet werden. Der Vorsitzende der IETF ENUM-Arbeitsgruppe stellt die These auf: "URI's and telephone numbers will co-exist for the indefinite future" (Shockey 2004). Doch dem kann die These gegenübergestellt werden, dass zwar nicht die Tage, aber die Jahre der Verwendung von Telefonnummern gezählt sind. Nicht nur die Technologie spielt dabei eine Rolle, sondern auch die Nutzungsgewohnheiten. Beim Telefon sind sie sehr stark eingepreßt, wie nicht zuletzt bei vielen Software-Telefonen die Verwendung eines herkömmlichen Telefonapparats auf dem PC-Bildschirm zeigt. Dass es auch anders geht, zeigen Anwendungen wie Skype, die nichts mehr mit einem Telefon gemein haben außer den grünen und roten Buttons für „Hörer abnehmen“ und „Hörer auflegen“. Statt Telefonnummern kommen Benutzernamen zum Einsatz und die weiteren Möglichkeiten bei Skype wie Chat oder File Transfer erinnern eher an Instant Messaging Clients als an ein Telefon.

Die Sprachkommunikation über das Internet wird die Telekommunikation in den nächsten Jahren stark verändern. Die Integration der Telefonie in das Spektrum der Internet-Anwendungen trägt entscheidend zur Konvergenz der Netze bei, die mit der Ankunft der Kommunikationsnetze in der „All-IP-World“ ihren Endpunkt findet. Diese Entwicklung hat weit reichende Konsequenzen für die Kommunikationsbranche wie auch für die staatliche Regulierungspolitik. Es mutet fast seltsam an, wie die Regulierungsbehörden weltweit derzeit versuchen, Voice over IP unter das Dach der TK-Regulierung zu bringen. Denn wenn sich die Sprachkommunikation vollständig zur Internetanwendung entwickelt hat, wird die Regulierung auf die Netze beschränkt sein – was jedoch eine große Aufgabe bleiben wird. In Analogie zu E-Mail zu Ende gedacht: Es gibt eine Regulierungsbehörde für Post, aber keine für E-Mail. Gleichermaßen gilt in der Zukunft für die Sprachkommunikation: es gibt eine Regulierungsbehörde für Telekommunikation, aber keine für Internet-Telefonie. Wohlgermerkt, für eine Übergangszeit wird es auch mit VoIP noch Telefonie als „Telekommunikationsdienst“ und „Diensteanbieter für Sprache“ geben. In dieser Phase wird ENUM als Koexistenztechnologie der Nummernräume von Telefon

und Internet Verwendung finden. Wie fern die „All-IP-World“ ist, kann gegenwärtig kaum realistisch abgeschätzt werden. Ob und wie ihre Ankunft gefördert werden soll und welche Konsequenzen sie genau hat, bedarf weiterer Forschung.

Literaturverzeichnis

- AETP, 2002: *Austrian ENUM Trial Platform - Principles and Procedures (Draft)*.
<http://enum.nic.at/documents/AETP/Permanent_Documents/Drafts/0003-Austrian_ENUM_Trial_Platform_Principles_and_Proceduresv0.0.doc>
- Analysys, 2004: *IP Voice and Associated Convergent Services. Final Report for the European Commission*.
<http://europa.eu.int/information_society/topics/ecom/doc/useful_information/library/studies_ext_consult/ip_voice/401_28_ip_voice_and_associated_convergent_services.pdf>
- Bar, Francois/Annemarie M. Riis, 2000: Tapping User-Driven Innovation: A New Rationale for Universal Service. In: *Information Society* 16, 99-108.
- Black, Sharon K., 2002: *Telecommunications Law in the Internet Age*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann.
- BMVIT, 2003: *Neue Richtlinien - Neues Gesetz: Die Zukunft des Telekomrechts*. Dr. Christian Singer, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Österreich.
<http://www.domainbeirat.at/docs/07_telekommunikationsgesetz.pdf>
- Cannon, Robert, 2001: *ENUM: The Collision of Telephony and DNS Policy*.
<<http://arxiv.org/ftp/cs/papers/0110/0110018.pdf>>
- CC1 ENUM LLC, 2004a: *Estimated CC1 ENUM LLC Timeline*. MCI, 2004-11-17.
<http://www.enumorg.ca/docs/ENUM_LLC/Nov04ENUMTimeline.doc>
- CC1 ENUM LLC, 2004b: *Top Telecommunications and Internet Companies form Country Code 1 ENUM LLC to Foster New Internet Telecom Technology*. Press Release, 2004-10-27.
<http://www.enumorg.ca/docs/ENUM_LLC/ENUM%20Release%2010-27-04.doc>
- CDT, 2003: *ENUM: Mapping Telephone Numbers onto the Internet. Potential Benefits with Public Policy Risks*. Center for Democracy and Technology, Washington D. C., April 2003. <<http://www.cdt.org/standards/enum/030428analysis.pdf>>
- Clarke, Roger, 2003: *ENUM - A Case Study in Social Irresponsibility*.
<<http://www.anu.edu.au/people/Roger.Clarke/DV/enumISOC02.html>>
- Cowley, Lesley, 2002: *UK ENUM Trial*. UK ENUM Group Presentation at RIPE 43, 2002-09-18. <<http://www.ripe.net/ripe/meetings/ripe-43/presentations/ripe43-dns-uk-enum/index.html>>
- Cullen International/Devoteam Siticom, 2003: *Regulatory Implications of the Introduction of Next Generation Networks and Other New Developments in Electronic Communications*.

-
- <http://europa.eu.int/information_society/topics/telecoms/regulatory/studies/documents/regulatory_implications_study.pdf>
- Damjanovic, Dragana, 2002: *Regulierung der Kommunikationsmärkte unter Konvergenzbedingungen*. Wien: Springer.
- DENIC, 2001: *Brief an das Bundeswirtschaftsministerium, Betreff: ENUM*. 2001-06-13. <<http://www.ripe.net/enum/request-archives/enum-request-arch+49/DENIC-20010613.pdf>>
- DENIC, 2002: *Validierung von Rufnummern im Rahmen des ENUM-Betriebs*. <<http://www.denic.de/media/pdf/enum/rufnummern-validierung.pdf>>
- DENIC, 2003: *Stellungnahme der DENIC eG zu den Referentenentwürfen zur TKG-Novelle*. <http://www.tkrecht.de/tkg_novelle/2003/material/DENIC-Stellungnahme-RefE-TKG.pdf>
- DENIC-Reg TP-Vertrag, 2003: *Vertrag zum Feldversuch ENUM zwischen der DENIC und der Reg TP*. Frankfurt/Main, 15. August 2003. <<http://www.denic.de/media/pdf/enum/ENUM-vertrag.pdf>>
- Dieterle, Stefan/Petra Blank, 2004: *ENUM - Der Brückenschlag zwischen Telefonie und Internet*. Frankfurt/Main: DENIC. http://www.denic.de/media/pdf/enum/berichte/Dieterle_Blank_DFN_Artikel.pdf
- Dixon, Rod, 2002: *Parsing Hype From Hope: Will ENUM Spark Changes In Telecom?* CircleID, 2002-10-09. <http://www.circleid.com/article/73_0_1_0/>
- DTI, 2003: *The Telephone Number Exclusion (Domain Names and Internet Addresses) Order 2003. Statutory Instrument 2003 No. 3281*. Her Majesty's Stationery Office. <<http://www.legislation.hmso.gov.uk/si/si2003/20033281.htm>>
- DTI, 2004: *ENUM: Consultation on the Proposed Arrangements*. UK Department of Trade and Industry, August 2004. <<http://www.dti.gov.uk/consultations/files/publication-1286.pdf>>
- Eberspächer, Jörg, o. J.: *Konvergenz der Kommunikationsnetze: Wird das Internet alles übernehmen?* <<http://www.vde.de/NR/rdonlyres/6B7E4EA3-078D-4BBC-9683-5CD7684D7D51/1254/konvergenz.pdf>>
- Eisner Gillett, Sharon/Mitchell Kapor, 1997: *The Self-Governing Internet: Coordination by Design*. In: Brian Kahin/James H. Keller (eds.), *Coordinating the Internet*. Cambridge, MA: MIT Press, 3-38.
- Elixmann, Dieter et al., 2004: *Zusammenwachsen von Telefonie und Internet - Marktentwicklungen und Herausforderungen der Implementierung von ENUM (wik Diskussionsbeiträge Nr. 253)*. Bad Honnef: Wissenschaftliches Institut für Kommunikationsdienste.
- Engel, Christoph, 2001: *Hybrid Governance Across National Jurisdictions as a Challenge to Constitutional Law*. Preprints aus der Max-Planck-Projektgruppe Recht der Gemeinschaftsgüter Bonn 2001/8. <http://www.mpp-rdg.mpg.de/pdf_dat/001_8.pdf>
- Engel, Christoph, 2002: *The Role of Law in the Governance of the Internet*. Bonn: Preprints aus der Max-Planck-Projektgruppe Recht der Gemeinschaftsgüter Bonn 2002/13. <http://www.mpp-rdg.mpg.de/pdf_dat/2002_13.pdf>

-
- ENUM Forum, 2001: *ENUM Forum Principles and Procedures. Rev 1.3.*
<http://www.enumf.org/documents/ENUMForumPrincProcrev1_3.doc>
- ENUM Forum, 2002: *ENUM Forum Work Plan - Rev 1.4.*
<http://www.enumf.org/documents/gen/2002/GEN0045R0_Richenaker_Adopted_Work_Plan_rev_1.4.doc>
- ENUM Forum, 2003a: *ENUM Forum Specifications for US Implementation of ENUM.*
2003-03-14. <http://www.enum-forum.org/documents/6000_1_0.pdf>
- ENUM Forum, 2003b: *US ENUM Implementation: Tier 1 Contracting Entity and Architectural Alternatives, 2003-12-12.* <http://www.enum-forum.org/documents/6001_1_0.pdf>
- EPIC, 2002: *EPIC Comments on Privacy Issues.* Washington DC: Electronic Privacy Information Center.
<<http://www.epic.org/privacy/enum/enumcomments11.02.html>>
- Ermert, Monika, 2003: Unbefristeter ENUM-Testlauf: Offizieller Feldversuch mit Telefon-Domains. In: *c't 18/03 (2003-08-25)*, 46.
- ETSI, 2002: *ENUM Administration in Europe.* Sophia Antipolis: ETSI TS 102 051.
- ETSI, 2003: *Minimum Requirements for Interoperability of European ENUM Trials.* Sophia Antipolis: ETSI TS 102 172.
- ETSI, 2004: *An ETSI View of Infrastructure ENUM.* By Tony Holmes. ETSI ENUM Workshop, February 2004. <<http://portal.etsi.org/docbox/tispan/open/ENUM-Workshop-20040224-Sophia/15.%20Tony%20Holmes%20-%20ETSI%20-%20Infrastructure%20ENUM.ppt>>
- European Commission, 1997: *Green Paper on the Convergence of the Telecommunications, Media and Information Technology Sectors, and the Implications for Regulation.* COM(97)623.
<http://europa.eu.int/information_society/topics/telecoms/radiospec/doc/pdf/mobiles/conver97.pdf>
- European Commission, 2002: *A European Perspective on ENUM.* DG Information Society, Leo Koolen.
<http://www.etno.be/upload/download_files/6927/13Koolen.PPT>
- European Commission, 2004a: *Connecting Europe at High Speed: National Broadband Strategies.* Brussels: COM(2004) 369 final, 2004-05-12.
<http://europa.eu.int/information_society/europe/2005/doc/all_about/broadband/com_broadband_en.doc>
- European Commission, 2004b: *The Treatment of Voice over Internet Protocol (VoIP) under the EU Regulatory Framework.* Commission Staff Working Document, Brussels, 2004-06-14.
<http://europa.eu.int/information_society/topics/ecomms/doc/useful_information/library/commiss_serv_doc/406_14_voip_consult_paper_v2_1.pdf>
- FCC, 2005: *Administration of the North American Numbering Plan. Order FCC 05-20.* Federal Communications Commission, 2005-01-28.
<http://hraunfoss.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/FCC-05-20A1.pdf>

-
- Fernández, David, 2001: Naming and Addressing in Voice over IP Networks. In: *Informatik - Informatique 3/2001*, 19-24.
<<http://www.svifsi.ch/revue/pages/issues/n013/in013Fernandez.pdf>>
- Fontana, John, 2003: *DNS Is Busting Out All Over*. Network World Fusion, 2003-07-28.
<<http://www.nwfusion.com/news/2003/0728dns.html>>
- FTD, 2005: *Magisches Telefonbuch*. Von Patrick Bernau. Financial Times Deutschland, 2005-01-31. <<http://www.ftd.de/tm/rd/1106988315767.html>>
- Fuchs, Ariane, 2000: *Wettbewerbsrechtliche Rahmenbedingungen für den österreichischen Telekommunikationsmarkt*. Wien: Manz.
- Fuhrmann, Heiner, 2002: Technikgestaltung als Mittel zur rechtlichen Steuerung im Internet. In: *Zeitschrift für Rechtssoziologie* 23, 115-130.
- Grande, Edgar, 1998: Privatisierung und Regulierung aus politikwissenschaftlicher Sicht. In: Christoph Gusy (Hg.) *Privatisierung von Staatsaufgaben: Kriterien - Grenzen - Folgen*. Baden-Baden: Nomos, 37-56.
- Grande, Edgar/Volker Schneider, 1991: Reformstrategien und staatliche Handlungskapazitäten: Eine vergleichende Analyse institutionellen Wandels in der Telekommunikation in Westeuropa. In: *Politische Vierteljahresschrift* 32, 452-478.
- Greenfield, David, 2002: *The Clique Cracker? ENUM could be the missing link to next-generation voice services. But will it be hindered by a group of telecom incumbents?* Network Magazine, 2002-04-03.
<<http://www.networkmagazine.com/shared/article/showArticle.jhtml?articleId=8703323&pgno=2>>
- Haberler, Michael, 2003: *Die AT43 Breitband-Kommunikationsplattform*.
<http://enum.nic.at/documents/AETP/Presentations/Other/0019-Die_at43_Breitband-Kommunikationsplattform.pdf>
- Haucap, Justus, 2003: Telephone Number Allocation: A Property Rights Approach. In: *European Journal of Law and Economics* 15, 91-109.
- Heidenreich, Martin, 1997: Zwischen Innovation und Institutionalisierung: Die soziale Strukturierung technischen Wissens. In: Birgit Blättel-Mink/Ortwin Renn (Hg.), *Zwischen Akteur und System: Die Organisation von Innovation*. Opladen: Westdeutscher Verlag, 177-206.
- Henten, Anders/Morton Falch/Reza Tadayoni, 2002: *Some Implications for Regulation of ICT and Media Convergence*. World Dialogue on Regulation, WDR Discussion Paper 0202. <<http://regulateonline.org/pdf/wdr0202.pdf>>
- Henten, Anders/Rohan Samarajiva/William H. Melody, 2003: *Designing Next Generation Telecom Regulation: ICT Convergence or Multisector Utility?* World Dialogue on Regulation, WDR Final Report 0206.
<<http://regulateonline.org/pdf/wdr0206.pdf>>
- Hibbard, Justin, 2004: *Carrier ENUM Gains Ground*. Lightreading, 2004-06-01.
<http://www.lightreading.com/document.asp?site=lightreading&doc_id=53617>
- Hitzelberger, Florian, 2004: *Web-Premiere – ENUM-Start in Österreich*.
<<http://www.domain-recht.de/magazin/article.php?id=376>>

-
- Hoffmann-Riem, Wolfgang/Martin Eifert, 2000: Regelungskonzepte des Telekommunikationsrechts und der Telekommunikationspolitik: Innovativ und innovationsgeeignet? In: Wolfgang Hoffmann-Riem (Hg.) *Innovation und Telekommunikation: Rechtliche Steuerung von Innovationsprozessen in der Telekommunikation*. Baden-Baden: Nomos, 9-56.
- Hoffmann-Riem, Wolfgang/Wolfgang Schulz/Thorsten Held, 2000: *Konvergenz und Regulierung. Optionen für rechtliche Regelungen und Aufsichtsstrukturen im Bereich Information, Kommunikation und Medien*. Baden-Baden: Nomos.
- Hofmann, Jeanette, 1998: Am Herzen der Dinge - Regierungsmacht im Internet. In: Winand Gellner/Fritz von Korff (Hg.), *Demokratie und Internet*. Baden-Baden: Nomos, 55-77.
- Hofmann, Jeanette, 1999: Der Erfolg offener Standards und seine Nebenwirkungen. Am Beispiel der IETF: Das Internet und seine Gemeinde sind in der Normalität angekommen. In: *Telepolis* 1999-07-23.
<<http://www.heise.de/tp/deutsch/special/wos/6453/1.html>>
- Holmes, Tony, 2002: *UK ENUM Group: Status of Trial in the UK*.
<<http://www.itu.int/osg/spu/enum/Implementations/United%20Kingdom/UK-enum.doc>>
- Holznapel, Bernd, 2003: Domainnamen- und IP-Nummern-Vergabe - eine Aufgabe der Regulierungsbehörde? In: *Multimedia und Recht* Nr. 4, 219-222.
- Hornung, Gerrit, 2004: Zwei runde Geburtstage: Das Recht auf informationelle Selbstbestimmung und das WWW. In: *Multimedia und Recht* Nr. 1/2004, 3-8.
- House of Commons, 2003: *Draft Telephone Numbers Exclusion (Domain Names and Internet Addresses) Order 2003*.
<<http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200304/cmstand/deleg1/st031208/31208s01.htm>>
- Huston, Geoff, 2003: *Lord of the Numbers*. The ISP Column, July 2003.
<<http://ispcolumn.isoc.org/2003-07/enum.html>>
- Hwang, Junseok/Milton Mueller, 2002: *The Economics of ENUM Over Cable Broadband Access Networks*. Magness Institute Research Project Paper, The Convergence Center, School of Information Studies, Syracuse University, Syracuse, New York, USA. <<http://dcc.syr.edu/enum/magness-final.pdf>>
- Hwang, Junseok et al., 2001: *Analyzing ENUM Service and Administration from the Bottom Up: The Addressing System for IP Telephony and beyond*.
<<http://arxiv.org/ftp/cs/papers/0109/0109044.pdf>>
- IAB, 2001: *Reflections on risks of, and barriers to, ENUM deployment*.
<<http://www.iab.org/documents/docs/iab-sg2-liaison-3.txt>>
- IAB, 2004a: *IAB Instructions to the RIPE NCC Regarding operation of the domain e164.arpa ("ENUM")*. <<http://www.iab.org/documents/docs/2004-08-12-enum-instructions.html>>
- IAB, 2004b: *Re. Administrative issues associated with ENUM*. Liaison Statement to ITU-T SG2, 15 July 2004. <<http://www.ietf.org/IESG/LIAISON/file38.txt>>

-
- ICB, 2002: *Number Ownership and Control*. ICB Toll Free News, 2002-01-13.
<http://www.icbtollfree.com/article_free.cfm?articleId=5826>
- ICB, 2003: *ENUM - It's All in the Consent*. ICB Toll Free News, 2003-04-14.
<http://www.icbtollfree.com/article_free.cfm?articleId=5857>
- INTUG, 2001: *Instant Messaging and ENUM*. International Telecommunications Users Group, Position Paper 2001/06. <http://www.intug.net/views/IM_ENUM.html>
- ITU, 2001: *ENUM Awareness*. ITU-T TSB Circular 26. <http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/md/01/tsb/cir/T01-TSB-CIR-0026!!MSW-E.doc>
- ITU, 2003: *Summary Report of Workshop to Clarify the Management of '.int'*. Geneva, 15 September 2003. <<http://www.itu.int/ITU-T/worksem/int/documents/workshopreport.pdf>>
- ITU, 2004: *ENUM Administration ad interim*. ITU-T SG 2, approved 2004-05-28.
<<http://www.itu.int/ITU-T/inr/enum/procedures.html>>
- Kloepfer, Michael, 2003: Technikgestaltung durch Recht. In: Armin Grunwald (Hg.) *Technikgestaltung zwischen Wunsch und Wirklichkeit*. Berlin: Springer, 139-158.
- Knopp, Michael, 2003: UK: Verabschiedung des Communications Act 2003. In: *Multimedia und Recht* Heft 9, XVI.
- Koenig, Christian/Sascha Loetz/Andreas Neumann, 2004: *Telekommunikationsrecht*. Heidelberg: Recht und Wirtschaft (UTB 2620).
- Koenig, Christian u. a., 2003: *Anmerkungen zum Referentenentwurf zur TKG-Novelle des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit (BMWA)*. Bonn: Zentrum für Europäische Integrationsforschung.
<http://www.tkrecht.de/tkg_novelle/2003/material/zei_20030526.pdf>
- Köpke, Franz, 2003: *Erste Erfahrungen mit ENUM*. Präsentation auf dem 1. ENUM-Tag der DENIC, 2003-09-23.
<<http://www.denic.de/media/pdf/enum/veranstaltungen/Koepke-1.pdf>>
- Kulenkampff, Gabriele, 2000: *Der Markt für Internet Telefonie - Rahmenbedingungen, Unternehmensstrategien und Marktentwicklung (wie Diskussionsbeiträge Nr. 206)*. Bad Honnef: Wissenschaftliches Institut für Kommunikationsdienste.
- Lampert & O'Connor P.C., 2001: *ENUM: The Internet Numbers Game*.
<http://enum.nic.at/documents/AETP/Presentations/Other/0003-ENUM_book.pdf>
- LanLine, 2003: Schwerpunkt: Voice over IP. In: *LanLine* Nr. 10, Oktober 2003, 100-123.
- Latzer, Michael, 1997: *Mediamatik - Die Konvergenz von Telekommunikation, Computer und Rundfunk*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Leib, Volker, 2002: *ICANN und der Konflikt um die Internet-Ressourcen: Institutionenbildung im Problemfeld Internet Governance zwischen multinationaler Staatstätigkeit und globaler Selbstregulierung*. Dissertation, Universität Konstanz. <<http://www.ub.uni-konstanz.de/kops/volltexte/2003/970/>>
- Leib, Volker, 2004: Verrechtlichung im Internet: Macht und Recht bei der Regulierung durch ICANN. In: Michael Zürn/Bernhard Zangl (Hg.), *Verrechtlichung - Baustein für Global Governance?* Bonn: Dietz, 198-217.

-
- Leib, Volker/Raymund Werle, 1998: Computernetze als Infrastrukturen und Kommunikationsmedien der Wissenschaft. In: *Rundfunk und Fernsehen* 46, 254-273.
- Mattke, Sascha, 2004: Internet-Telefonie: Das große Umschalten. In: *Technology Review* Nr. 2 (Februar 2004), 18-27.
- McTaggart, Craig, 2003: *The ENUM Protocol, Telecommunications Numbering, and Internet Governance*. <<http://www.innovationlaw.org/cm/writing/cm-enum-cardozo.pdf>>
- Mersich, Norbert/Claudia Schauhuber, 2004: Das österreichische Telekommunikationsgesetz 2003. In: *Multimedia und Recht* Heft 1/2004, 25-28.
- Metzler, Anette/Cornelia Stappen, 2003: *Aktuelle Marktstruktur der Anbieter von TK-Diensten im Festnetz sowie Faktoren für den Erfolg von Geschäftsmodellen (wik Diskussionsbeiträge Nr. 247)*. Bad Honnef: Wissenschaftliches Institut für Kommunikationsdienste.
- Meyer-Krahmer, Frieder, 1999: Was bedeutet Globalisierung für Aufgaben und Handlungsspielräume nationaler Innovationspolitiken? In: Klaus Grimmer/Stefan Kuhlmann/Frieder Meyer-Krahmer (Hg.), *Innovationspolitik in globalisierten Arenen: Neue Aufgaben für Forschung und Lehre: Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik im Wandel*. Opladen: Leske + Budrich, 43-73.
- Monopolkommission, 2004: *Telekommunikation und Post 2003: Wettbewerbsintensivierung in der Telekommunikation - Zementierung des Postmonopols. Sondergutachten der Monopolkommission Bd. 39*. Baden-Baden: Nomos.
- Monse, Kurt/Johannes Weyer, 1999: Nutzerorientierung als Strategie der Kontextualisierung technischer Innovation. In: Dieter Sauer/Christa Lang (Hg.), *Paradoxien der Innovation: Perspektiven sozialwissenschaftlicher Innovationsforschung*. Frankfurt/M.: Campus, 97-118.
- Mueller, Milton, 2002: *Ruling the Root: Internet Governance and the Taming of Cyberspace*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Murphy, Kevin, 2004: *ENUM Still Stalled in US*. Computer Business Review online, 2004-04-07.
<http://www.cbronline.com/print_friendly/c1ba1096a4c7819180256e6f0032d4bb>
- NeuStar, 2004a: *Carrier ENUM - NeuStar's Experience*. By Marco Bernardi and James Yu. ETSI ENUM Workshop, February 2004.
<<http://portal.etsi.org/docbox/tispan/open/ENUM-Workshop-20040224-Sophia/15.%20James%20Yu%20-%20Marco%20Bernardi%20NEUSTAR%20ETSIplugtest11.ppt>>
- NeuStar, 2004b: *NeuStar Bridges Interoperability Gaps With New IP Services*.
<http://www.neustar.com/pressroom/files/announcements/8-9-04_NeuStarIPServices_PR_vfinal.doc>
- NTIA, 2003: *Letter from US Department of Commerce to US Department of State*. National Telecommunications and Information Administration, 2003-02-12.
<http://www.ntia.doc.gov/ntiahome/ntiageneral/enum/enum_02122003.htm>

-
- O'Brien, Timothy L., 2004: Spate of Identity Thefts Leaves Trail of Victims. In: *New York Times Articles Selected for Süddeutsche Zeitung* 2004-12-06, 7.
- OECD, 2002: *Trends in IP Technology: Their Impact on the Traditional Telephony Carrier World*. OECD Working Party on Telecommunication and Information Services Policies. <<http://www.oecd.org/dataoecd/24/5/2076710.pdf>>
- OECD, 2003: *Broadband and Telephony Services over Cable Television Networks*. <<http://www.oecd.org/dataoecd/24/59/18807949.pdf>>
- OECD, 2004a: *Benchmarking Broadband Prices in the OECD*. <<http://www.oecd.org/dataoecd/58/17/32143101.pdf>>
- OECD, 2004b: *The Implications of Convergence for Regulation of Electronic Communications*. <<http://www.oecd.org/dataoecd/56/24/32983964.pdf>>
- OECD, 2004c: *OECD Information Technology Outlook*. Paris: OECD. <<http://www1.oecd.org/publications/e-book/9304021E.PDF>>
- Ohlenburg, Anna, 2004: Der neue Telekommunikationsdatenschutz. In: *Multimedia und Recht* Nr. 7/2004, 431-440.
- öTKG, 2003: *Österreichisches Telekommunikationsgesetz*. <http://www.rtr.at/web.nsf/deutsch/Telekommunikation_Telekommunikationsrecht_TKG+2003>
- Oxman, Jason, 1999: *The FCC and the Unregulation of the Internet (FCC Office of Plans and Policy Working Paper No. 31)*. Washington DC: Federal Communications Commission. <http://www.fcc.gov/Bureaus/OPP/working_papers/oppwp31.pdf>
- Political Intelligence, 2003: *Policy Implications of Convergence of Naming, Numbering and Addressing: An Orientation. Final Report for the European Commission, September 2003*. Authors: Joe McNamee and Tiina Satuli. <http://europa.eu.int/information_society/topics/telecoms/regulatory/studies/documents/nna_final_15sept.pdf>
- Polyzois, Christos A. et al., 1999: *From POTS to PANS – A Commentary on the Evolution to Internet Telephony*. <http://www.cs.columbia.edu/~hgs/papers/Poly9905_POTS.pdf>
- Pulver, Jeff, 2004: *The Value of Multiple ENUM Implementations*. The Jeff Pulver Blog, 2004-03-23. <<http://192.246.69.231/jeff/personal/archives/000654.html>>
- RegTP, 2004: *Rede des Präsidenten der RegTP Matthias Kurth*. Voice over IP-Forum der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post, Bonn, 18. Oktober 2004. <http://www.regtp.de/imperia/md/content/aktuelles/reden/Rede_Kurth.pdf>
- Reid, Jim, 2004: *The UK ENUM Trial*. UKETG Presentation, ETSI Plugtest Workshop, 2004-02-24. <<http://docbox.etsi.org/tispan/open/ENUM-Workshop-20040224-Sophia/02.%20Jim%20Reid%20UKETG-ETSI.pdf>>
- Roßnagel, Alexander, 1999: Das Neue regeln, bevor es Wirklichkeit geworden ist - Rechtliche Regelungen als Voraussetzung technischer Innovation. In: Dieter Sauer/Christa Lang (Hg.), *Paradoxien der Innovation: Perspektiven sozialwissenschaftlicher Innovationsforschung*. Frankfurt/M.: Campus, 193-209.

-
- RTR, 2001a: *Öffentliche Konsultation zu ENUM*. Wien: Rundfunk und Telekom Regulierungs GmbH, Juli 2001.
<<http://www.rtr.at/web.nsf/deutsch/Portfolio~Konsultationen~bisherige~bisherigeKonsultationen~ENUMKonsultation>>
- RTR, 2001b: *Zusammenfassung der Stellungnahmen zur öffentlichen Konsultation zu ENUM*. Wien: Rundfunk und Telekom Regulierungs GmbH, Oktober 2001.
<[http://www.rtr.at/web.nsf/lookuid/11521237D2286E47C1256DC80036B125/\\$file/ENUMergebnis.pdf](http://www.rtr.at/web.nsf/lookuid/11521237D2286E47C1256DC80036B125/$file/ENUMergebnis.pdf)>
- RTR, 2002a: *Konsultation: Rahmenbedingungen der RTR-GmbH für den ENUM Field Trial*. Wien: Rundfunk und Telekom Regulierungs GmbH, Juli 2002.
<[http://www.rtr.at/web.nsf/lookuid/516541D944DEEDFDC1256DC800370158/\\$file/ENUM_Konsultation_2.pdf](http://www.rtr.at/web.nsf/lookuid/516541D944DEEDFDC1256DC800370158/$file/ENUM_Konsultation_2.pdf)>
- RTR, 2002b: *Rahmenbedingungen der RTR-GmbH für den ENUM Field Trial in Österreich*. Wien: Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH, November 2002.
<[http://www.rtr.at/web.nsf/lookuid/5AAE80558D137482C1256E620061BCD1/\\$file/RTR%20Rahmenbedingungen%20V%201.0.pdf](http://www.rtr.at/web.nsf/lookuid/5AAE80558D137482C1256E620061BCD1/$file/RTR%20Rahmenbedingungen%20V%201.0.pdf)>
- RTR, 2004a: *ENUM goes commercial: RTR schafft weltweit erste Basis für kommerzielle ENUM basierte Internetdienste*. Wien: RTR Pressemitteilung 2004-08-24.
- RTR, 2004b: *ENUM-Vertrag zwischen RTR-GmbH und ENUM.AT*. Rundfunk & Telekom Regulierungs-GmbH, Wien.
<[http://www.rtr.at/web.nsf/lookuid/DF4392AFF4591883C1256F930053A8DA/\\$file/ENUM_Vertrag.pdf](http://www.rtr.at/web.nsf/lookuid/DF4392AFF4591883C1256F930053A8DA/$file/ENUM_Vertrag.pdf)>
- RTR, 2004c: *Identifizierung und Validierung für ENUM in Österreich*. Von Kurt Reichinger, Rundfunk & Telekom Regulierungs-GmbH, Wien.
<http://enum.nic.at/documents/AETP/Permanent_Documents/Drafts/0032-ENUM_Validierung_v_1.0.doc>
- Rücker, Björn, 2004: *Rufnummernvalidierung per Rückrufverfahren*. Portunity GmbH. Präsentation auf dem 3. ENUM-Tag der DENIC, 2004-09-28.
<http://www.denic.de/media/pdf/enum/veranstaltungen/ENUM_Ruecker.pdf>
- Rutkowski, Anthony M., 1997: *The Internet: An Abstraction in Chaos*. In: Aspen Institute (ed.) *The Internet as Paradigm*. Queenstown, MD: The Aspen Institute, 1-22.
- Rutkowski, Anthony M., 1999: *Echoes from the past: OSI and the Net*. In: *CommunicationsWeek International*.
<<http://totaltele.com/view.asp?articleID=23485&Pub=CWI&categoryid=705&kw=rutkowski>>
- Rutkowski, Anthony M., 2001: *The ENUM Golden Tree: The Quest for a Universal Communication Identifier*. In: *Info* 3, 101-104.
- Samarajiva, Rohan/Anders Henten, 2002: *Rationales for Convergence and Multisector Regulation*. World Dialogue on Regulation, WDR Discussion Paper 0204.
<<http://regulateonline.org/pdf/wdr0204.pdf>>
- Scharpf, Fritz W., 1993: *Autonomieschonend und gemeinschaftsverträglich: Zur Logik der europäischen Mehrebenenpolitik*. Köln: MPIfG Discussion Paper 93/9.
<http://www.mpi-fg-koeln.mpg.de/pu/mpifg_dp/dp93-9.pdf>

-
- Scherer, Edgar, 2004: *VoIP an der Universität des Saarlandes*. Präsentation auf dem 2. ENUM-Tag der DENIC, 2004-03-16.
<http://www.denic.de/media/pdf/enum/veranstaltungen/Edgar_Scherer01_TM2004.pdf>
- Schütz, Raimund, 2004: Endlich: Die TKG-Novelle ist da! In: *Multimedia und Recht* Heft 6, V-VI.
- Schwarz-Schilling, Cara, 1997: *Nummernverwaltung bei Wettbewerb in der Telekommunikation (Diskussionsbeitrag Nr. 180)*. Bad Honnef: WIK.
- Shaw, Robert, 2004: *Networks in Action: Overview of ENUM*. Presentation, Forum on Telecommunication Regulation in Africa, Kampala, Uganda, 3-5 Nov. 2004.
<<http://www.itu.int/osg/spu/presentations/2004/enum-ftra-uganda-rs.pdf>>
- Shockey, Richard, 2004: *ENUM Overview. ENUM Forum Canada*. CSCN ENUM Meeting, Ottawa, Canada, March 11, 2004.
<http://www.enumorg.ca/Powerpoints/Shockey_IETF_Canada_ENUMForum.ppt>
- Siegmund, Gerd, 2002a: *Next Generation Networks: IP-basierte Telekommunikation*. Heidelberg: Hüthig.
- Siegmund, Gerd, 2002b: *Technik der Netze*. 5. Aufl., Heidelberg: Hüthig.
- Stastny, Richard, 2002: *Scenarios for ENUM and ENUM-like Systems*. Internet Draft (expired). <http://enum.nic.at/documents/IETF/Internet_Drafts/draft-stastny-enum-scenarios-00.txt>
- Stastny, Richard, 2004a: *Austrian ENUM Trial Platform: Introduction to ENUM*. <http://enum.nic.at/documents/AETP/Permanent_Documents/Released%20Documents/0005-Austrian_ENUM_Trial_Introduction_to_ENUM_1_0.doc>
- Stastny, Richard, 2004b: *PSTN - User ENUM - "Infrastructure ENUM"*. IETF 60, San Diego, August 2004. <<http://www.ietf.org/proceedings/04aug/slides/enum-5/>>
- Statistisches Bundesamt, 2004a: *Informationstechnologie in Haushalten 2003*. Wiesbaden. <<http://www.destatis.de/download/d/veroe/itinhaushalten03.pdf>>
- Statistisches Bundesamt, 2004b: *Informationstechnologie in Unternehmen 2003*. Wiesbaden. <<http://www.destatis.de/download/d/veroe/itinunternehmen03.pdf>>
- Stealth Communications, 2004: *Stealth Communications Announces Official Launch of VPF ENUM Registry*. Press Release, 2004-04-23.
<<http://www.thevpf.com/pr/2004-04-01-VPF-ENUM.pdf>>
- Suter, Tim, 2004: Ofcom's first six months: The view from Riverside House. In: *Communications Law* 9, 83-84.
- Svärling, Jonny, 1998: *An Integrated Addressing Architecture for the Internet and the Telephony Network*. (Diplomarbeit) Stockholm: Ellementel Utvecklings AB/Kungliga Tekniska högskolan [Royal Institute of Technology].
- T.M. Denton Consultants, 1999: *Netheads versus Bellheads. Research into Emerging Policy Issues in the Development and Deployment of Internet Protocols*. Ottawa: T. M. Denton Consultants with Francois Ménard and David Isenberg.
<<http://www.tmdenton.com/pub/bellheads.pdf>>

-
- Thiele, Clemens, 2002: *Regulierung der Domainvergabe in Österreich*. Beitrag zur 4. Sitzung des Österreichischen Domainbeirats, 15. April 2002.
<http://www.domainbeirat.at/docs/04_Domainverordnung.pdf>
- TKG, 2004: *Telekommunikationsgesetz*. Bonn: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2004, Teil I Nr. 29, S. 1190-1243.
- TMDenton, 2003: *Privacy Issues in ENUM*.
<http://www.tmdenton.com/pub/privacy_ENUM.pdf>
- TNS Infratest, 2004: *Monitoring Informationswirtschaft: 7. Faktenbericht 2004*. Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit.
<<http://www.bmwa.bund.de/Redaktion/Inhalte/Downloads/7-faktenbericht-monitoring-infowirtschaft.property=pdf.pdf>>
- TNV-E, 2004: *Entwurf einer Telekommunikations-Nummerierungsverordnung*. Stand 30. Juli 2004. <<http://www.bmwa.bund.de/Redaktion/Inhalte/Pdf/entwurf-einer-telekommunikationsnummerierungsverordnung.property=pdf.pdf>>
- UK Communications Act, 2003: *Communications Act 2003*.
<<http://www.communicationsbill.gov.uk/>>
- UKEG, 2002: *Preliminary Report on the Implementation of ENUM in the UK*. UK ENUM Group, April 2002.
<http://www.dti.gov.uk/industry_files/other/enumgroup.doc>
- UKETG, 2003: *Terms of Reference UK ENUM Trial Group, Rev. 2*.
<<http://www.ukenumgroup.org/pdf/2003-03-31-TrialToRrev2.pdf>>
- UKETG, 2004: *Status Report on the Trial Implementation of ENUM in the UK*. [Final Report] UK ENUM Trial Group, May 2004.
<<http://www.ukenumgroup.org/pdf/UKETGReportFinal.pdf>>
- US Telecommunications Act, 1996: *Telecommunications Act of 1996*.
<<http://www.fcc.gov/telecom.html>>
- USG, 2003: *Joint Letter from USG Agencies to ENUM Forum*. Dept. of State, Dept. of Commerce, FCC, 2003-08-13.
<http://www.ntia.doc.gov/ntiahome/ntiageneral/enum/enumletter_08132003.pdf>
- van de Poel, Ibo, 2003: The Transformation of Technological Regimes. In: *Research Policy* 32, 49-68.
- VeriSign, 2004: *Network Routing Directory*. Data Sheet.
<http://www.verisign.com/stellent/groups/public/documents/data_sheet/004263.pdf>
- Vick, Douglas W./Gillian Doyle, 2004: Über die "konvergierte Regulierung" zum deregulierten Medienmarkt? Communications Act 2003 in Großbritannien. In: *Media Perspektiven* Heft 1/2004, 38-48.
- Werbach, Kevin, 1997: *Digital Tornado: The Internet and Telecommunications Policy (FCC Office of Plans and Policy Working Paper No. 29)*. Washington DC: Federal Communications Commission.
<http://www.fcc.gov/Bureaus/OPP/working_papers/oppwp29pdf.html>

-
- Werle, Raymund, 1998: High Tech - Low Use: Probleme der Marktentwicklung bei Multimedia. In: Manfred Mai/Klaus Neumann-Braun (Hg.), *Von den "Neuen Medien" zu Multimedia: Gesellschaftliche und politische Aspekte*. Baden-Baden: Nomos, 58-74.
- Werle, Raymund, 2000: The Impact of Information Networks on the Structure of Political Systems. In: Christoph Engel/Kenneth H. Keller (eds.), *Understanding the Impact of Global Networks on Local Social, Political and Cultural Values*. Baden-Baden: Nomos, 159-185.
- Werle, Raymund/Volker Leib, 1998: Die Bedeutung der Wissenschaftsorganisationen für die Entstehung und die Entwicklung des Internet. In: *Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung Mitteilungen* Nr. 20, 9-35.
- WIP, o. J.: *DNS: ENUM*. Washington Internet Project.
<<http://www.cyberte telecom.org/dns/enum.htm>>
- Wolf, Klaus Dieter, 2000: *Die Neue Staatsräson - Zwischenstaatliche Kooperation als Demokratieproblem in der Weltgesellschaft. Plädoyer für eine geordnete Entstaatlichung des Regierens jenseits des Staates*. Baden-Baden: Nomos.
- Wolf, Klaus Dieter, 2002: Zivilgesellschaftliche Selbstregulierung: ein Ausweg aus dem Dilemma des internationalen Regierens? In: Markus Jachtenfuchs/Michèle Knodt (Hg.), *Regieren in internationalen Institutionen*. Opladen: Leske + Budrich, 183-214.
- Zangl, Bernhard/Michael Zürn (Hg.), 2004: *Verrechtlichung - Baustein für Global Governance?* (EINE Welt. Texte der Stiftung Entwicklung und Frieden) Bonn: Dietz.

Anhang

Requests for Comments (RFCs)

Offizielle Quelle: <http://www.rfc-editor.org/>

Im HTML-Format: <http://www.armware.dk/RFC/>

- RFC 3869:** IAB Concerns and Recommendations Regarding Internet Research and Evolution (August 2004)
- RFC 3824:** Using E.164 numbers with the Session Initiation Protocol (SIP) (June 2004)
- RFC 3761:** The E.164 to Uniform Resource Identifiers (URI) Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Application (ENUM) (April 2004)
- RFC 3403:** Dynamic Delegation Discovery System (DDDS). Part Three: The Domain Name System (DNS) Database (Oktober 2000)
- RFC 3356:** Internet Engineering Task Force and International Telecommunication Union – Telecommunications Standardization Sector Collaboration Guidelines (August 2002)
- RFC 3245:** The History and Context of Telephone Number Mapping (ENUM) Operational Decisions: Informational Documents Contributed to the ITU-T Study Group 2 (SG2) (March 2002).
- RFC 3172:** Management Guidelines & Operational Requirements for the Address and Routing Parameter Area Domain ("arpa") (September 2001).
- RFC 3026:** Liaison to IETF/ISOC on ENUM (January 2001).
- RFC 2916:** E.164 number and DNS (September 2000)
- RFC 2915:** The Naming Authority Pointer (NAPTR) DNS Resource Record (September 2000)
- RFC 2860:** Memorandum of Understanding Concerning the Technical Work of the Internet Assigned Numbers Authority (June 2000).
- RFC 1591:** Domain Name System Structure and Delegation (March 1994)
- RFC 1530:** Principles of Operation for the TPC.INT Subdomain: General Principles and Policy (October 1993)
- RFC 1486:** An Experiment in Remote Printing (July 1993)

ENUM-Weblinks

Verwaltungsdaten zu den Domänen .arpa und e164.arpa:

IANA Whois Service <<http://whois.iana.org>>.

Verwaltungsdaten zu den Tier 1 Registries (x.y.z.e164.arpa):

RIPE Whois Service <<http://www.ripe.net/db/whois/whois.html>>

IETF

ENUM WG Charter

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

IETF Liaison Activities

<http://www.ietf.org/liaisonActivities.html>

MINUTES of E164-to-IP BOF at 42nd IETF (Chicago, August 1998)

http://www.ietf.org/proceedings/98aug/98aug-37.htm#P6063_246570

A Framework for E.164 Number to IP Address Mapping (Internet Draft
November 1998, expired)

<http://www.watersprings.org/pub/id/draft-lee-e164-framework-00.txt>

[ENUM] New ENUM WG and Mailing List (1999-11-02)

<http://www.ietf.org/mail-archive/web/enum/current/msg00001.html>

IANA

ENUM Services Assignments

<ftp://ftp.iana.org/assignments/enum-services>

Die TLD .int

<http://www.iana.org/int-dom/>

RIPE NCC

<http://www.ripe.net/rs/enum/index.html>

RIPE ENUM Working Group

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

RIPE ENUM WG: Progress Matrix of ENUM Trials

<http://www.centri.org/kim/enum/index.html>

RIPE Mailing-Listen

ENUM announce: <http://www.ripe.net/ripencec/mail-archives/enum-announce/>

ENUM trials: <http://www.ripe.net/ripencec/mail-archives/enum-trials/>

ENUM request: <http://www.ripe.net/ripencec/mail-archives/enum-request/>

ITU

ITU Strategy and Policy Unit

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

International Numbering Resources

<http://www.itu.int/ITU-T/inr/enum/index.html>

Liste der delegierten Codes für ENUM

<http://www.itu.int/itudoc/itu-t/enum/enum-app.html>

ENUM Administration ad interim

<http://www.itu.int/ITU-T/inr/enum/procedures.html>

ITU-T Study Group 2

<http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com02/index.asp>

Deutschland

Regulierungsbehörde für Post und Telekommunikation

<http://www.regtp.de>

DENIC ENUM Trial-Webseiten

<http://www.denic.de/de/enum/index.html>

DENIC ENUM-Mailing Liste Archiv

<http://www.denic.de/xml/mailarchiv/enum-l/maillist.xml>

ENUM-Validierungsagentur der Deutschen Telekom

<http://www.validierung-enum.de/>

ENUM Info-Portal

<http://www.enum-center.de/>

DE: VoIP-Anbieter Übersicht

<http://www.teltarif.de/a/voip.html>

Österreich

Zentrale ENUM-Trial-Seite

<http://enum.nic.at/>

Seiten für den Wirkbetrieb

<http://www.enum.at/>

<http://www.my-enum.at/>

Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH

<http://www.rtr.at/web.nsf>

RTR ENUM-Seite

http://www.rtr.at/web.nsf/deutsch/Telekommunikation_Nummerierung_ENUM_ENUM_ENUM2?OpenDocument

Projekt AT43, Univ. Wien

<http://www.at43.at/de/>

Großbritannien

OFCOM

<http://www.ofcom.org.uk/>

UK ENUM Trial Group (UKETG)

<http://www.ukenumgroup.org/>

ENUM-Trial Tier 1-Registry

<http://www.enum.org.uk/>

DTI ENUM Consultation 2004

<http://www.dti.gov.uk/consultations/consultation-1230.html>

USA

Rufnummernverwaltung in Nordamerika

<http://www.nanpa.com/>

Federal Communications Commission

<http://www.fcc.gov/>

National Telecommunications and Information Administration

<http://www.ntia.doc.gov/>

US-ENUM Forum

<http://www.enum-forum.org/> oder <http://www.enumf.org/>

CC 1 ENUM LLC

<http://www.enumllc.com/>

ENUM-Site von NeuStar

<http://www.enum.org/index.cfm>

ENUM-Seite des Washington Internet Project

<http://www.cybertelecom.org/dns/enum.htm>

ENUM Kanada

<http://www.enumorg.ca/>

Europäische Institutionen

EU DG Information Society

http://europa.eu.int/comm/dgs/information_society/index_en.htm

EU Information Society Portal

http://europa.eu.int/information_society/index_en.htm

EU Bereich „eCommunications: Networks and Services, Regulation

http://europa.eu.int/information_society/topics/ecomms/index_en.htm

ETSI TISPAN

http://portal.etsi.org/portal_common/home.asp?tbkey1=TISPAN

ETSI Plugtest

<http://www.etsi.org/plugtests/history/2004enum.htm>

ETNO (European Telecommunications Network Operators' Association) ENUM-Workshop, 2002-04-11

<http://www.etno.be/article.asp?ID=433>

Asien

Asia Pacific ENUM Engineering Team (APEET)

<http://www.apenum.org/>

Teilnehmer: NICs von Japan, Korea, Singapur, China und Taiwan

ENUM Forschung&Entwicklung und Dienste

VeriSign Labs: „IP Voice Brokering Services“

<https://enum.verisignlabs.com/index.html>

NeuStar: „IP Clearinghouse“

<http://www.neustar.com/addressing/ipClear.cfm>

http://www.neustar.com/pressroom/datasheets/IP_clearinghouse.pdf

FreeWorld Dialup

<http://www.freeworldialup.com/>

IPTEL - SIP Solution Provider

<http://www.iptel.org/>

Online-Foren und Blogs

Telepocalypse: Telecom strategy in the age of end-to-end networks

<http://www.telepocalypse.net/>

Richard Stastnys VoIP and ENUM Blog

<http://voipandenum.blogspot.com/>

The Jeff Pulver Blog

<http://192.246.69.231/jeff/personal/>

James Seng's Blog

<http://james.seng.cc/>

Online-Zeitschriftenauswahl

CircleID

<http://www.circleid.com/>

Telephony Online

<http://telephonyonline.com/home/index.htm>

NetworkWorldFusion

<http://www.nwfusion.com/edge/topics/convergence.html>

VON Magazine. The Voice of IP Communications

<http://www.vonmag.com/>