

ENUM im Testbetrieb:

Konvergenz von Daten- und Telefonnetzen

Forschungsantrag beim Bundesforschungsministerium

Jeanette Hofmann

**nexus – Institut für Kooperationsmanagement und
interdisziplinäre Forschung GmbH
Otto-Suhr-Allee 59
10585 Berlin**

April 2003

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	1
2. Der Untersuchungsgegenstand: ENUM im Testbetrieb	3
2.1 Die technische Funktionsweise von ENUM.....	4
2.2 Die administrative Struktur des Testbetriebs von ENUM.....	7
2.3 Die Implementation von ENUM	9
3. Fragestellung, untersuchungsleitende Annahmen und Zielsetzung des Forschungsprojekts	12
3.1 Die Fragestellung: Spielräume bei der Implementation von ENUM	12
3.2 Untersuchungsleitende Annahmen und Thesen	15
3.3 Relevanz der Fragestellung für die Innovations- und Technikanalyse.....	16
4. Stand der Forschung	17
4.1 Neuere Entwicklung in der Technikforschung.....	17
4.2 Regulierung von Kommunikationsinfrastrukturen.....	20
4.3 ENUM und Internettelefonie	24
5. Vorarbeiten des Antragstellers	26
5.1 Internetforschung.....	26
5.2 Technikgeneseforschung	27
5.3 Forschung zur Technikfolgenabschätzung	27
6. Forschungsprogramm: Untersuchungsdesign, Arbeits- und Zeitplan	28
6.1 Untersuchungsdesign.....	28
6.2 Erhebungsmethoden	29
6.3 Arbeits- und Zeitplan (Übersicht).....	
6.4 Erläuterung des Arbeitsplans.....	
7. Literaturverzeichnis	33

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Integration von Telefonnummern in das Domainnamensystem.....	5
Abbildung 2: Verknüpfung von Telefonnummern mit Internetdiensten	6
Abbildung 3: Administrationsstruktur von ENUM	8

1. Zusammenfassung

Seit den 90er Jahren wird eine Konvergenz der Kommunikationsmedien prognostiziert. Dank der digitalen Technik ist es möglich, alle Dienste über ein Trägermedium zu implementieren. Ein offenkundiger Kandidat für eine solche Konvergenz ist die Telefonie. Obwohl inzwischen verschiedene Lösungen für das Telefonieren im Internet im Einsatz sind, zeigt sich doch, dass der Schlüssel für eine Durchsetzung der Internettelefonie als Massendienst in der Einbindung des bestehenden Telefonnummernsystems besteht. Telefonnummern stellen bis heute das weltweit am meisten verbreitete und genutzte Adressierungssystem im Kommunikationsbereich dar. Daher ist anzunehmen, dass sich Telefondienste im Internet leichter durchsetzen, wenn sie die bestehenden Endgeräte und Adressierungspläne integrieren.

ENUM ist ein Datenbank- bzw. Verzeichnisdienst, der in der Lage ist, Telefonnummern in Domainnamen zu übersetzen. ENUM sieht vor, dass alle digitalen Adressen bzw. Nummern unter einem Domainnamen zusammengeführt werden. Eine Adresse – die Telefondomain – wäre somit künftig ausreichend, um über beliebig wählbare Dienste und Endgeräte erreichbar zu sein. Im Erfolgsfall trägt ENUM dazu bei, dass das paketvermittelte Telefonieren über das Internet zu einem Massendienst wird, der die klassische Sprachvermittlungstechnik nach und nach verdrängt. Die erwartbaren wirtschaftlichen Effekte bestünden in erheblichen Kosteneinsparungen im Sprachverkehr.

Seit dem Jahr 2000 haben mehrere Länder öffentliche Konsultationen und Workshops zur Einführung von ENUM durchgeführt. Im Mai 2002 konnten sich ITU und IAB auf ein Verfahren für die Vergabe von ENUM-Domains einigen und verkündeten offiziell den Beginn des Testbetriebs. In einigen Ländern haben Feldversuche zu ENUM inzwischen begonnen, darunter auch in Deutschland. Ziel des Testbetriebs in Deutschland ist die Erarbeitung eines Betriebsmodells für ENUM und die Einrichtung einer Testumgebung für Endgerätehersteller und Diensteanbieter.

Auch wenn die Entwicklung des technischen Standards nahezu abgeschlossen ist, stellt ENUM ein noch instabiles, über große "interpretative Flexibilität" verfügendes Artefakt dar. Noch klärungsbedürftig sind die konkreten Anwendungen, die ENUM unterstützen soll, wie auch der Adressaten- und Nutzerkreis, der von diesen Anwendungen profitieren wird. Hinzukommt, dass die Verschmelzung von Telefonnummern und Domainnamensystem nicht unumstritten ist. Bei Bürgerrechtsgruppen verbreitet ist die Sorge, dass eine weiträumige Implementierung von ENUM gesellschaftlich unerwünschte Folgen hätte. Diese betreffen insbesondere die Privatsphäre der Nutzer und damit verbunden eine Verschärfung des ungelösten Problems unerlaubter Werbung

im Internet, des so genannten Spam. Befürchtet wird, dass ENUM eine Offenlegung aller individuellen Kontaktadressen erfordert und auf diese Weise nicht nur ein "Paradies für Spammer" schafft, sondern womöglich auch ein neues Delikt hervorbringt, den Identitätsdiebstahl (*identity theft*). Unter den Entwicklern von ENUM werden in diesem Zusammenhang inzwischen verschiedene Nutzungsszenarien für ENUM diskutiert. Diese unterscheiden sich im Hinblick auf die Kontrolle, die sie den Endnutzern über die Verwendung ihrer Daten geben.

Unter technikfolgen- und innovationsanalytischen Gesichtspunkten besehen, befindet sich ENUM zu Beginn des Jahres 2003 in einer Entwicklungsphase, in der durch staatliche Regulierung wie auch durch gesellschaftliche und wirtschaftliche Anwenderkreise besonders wirkungsvoll Einfluss auf die Gestaltung des Dienstes genommen werden kann. Erstens enthält das Design des technischen Standards nach Auffassung seiner Entwickler kaum Vorannahmen über die künftige Art seiner Nutzung. Zweitens ist die Implementation von ENUM bewusst der Entscheidung der Nationalstaaten unterstellt worden. Vor dem Hintergrund dieser Interpretationsoffenheit besteht das Ziel der Untersuchung darin, die Spielräume bei der Implementation von ENUM durch eine vergleichende Untersuchung des Testbetriebs zu ermitteln.

Die zentrale Fragestellung des Projekts richtet sich auf die relevanten Optionen bei der Realisierung von ENUM. Diese sollen durch eine Begleitforschung ausgewählter Feldversuche mit dem Testbetrieb in Deutschland als Referenzfall analysiert werden. Auf diese Weise können verschiedene nationale Rahmenbedingungen in die Untersuchung einbezogen werden. Die Kenntnis der Handlungsspielräume bei der Umsetzung von ENUM bildet die Voraussetzung für eine sachliche gesellschaftliche Meinungsbildung über dessen Einsatz.

Aus dem Untersuchungsfokus ergeben sich über den Aspekt der Implementations-spielräume hinaus Fragen in Bezug auf die Anlage und die Rolle des Testbetriebs selbst. Offen ist etwa, ob der Testbetrieb tatsächlich Einfluss auf die regulatorische Ausgestaltung von ENUM nehmen wird. Von Interesse ist darüber hinaus auch der Austausch zwischen den Feldversuchen einzelner Länder.

Studien im Bereich der Innovations- und Technikanalyse zielen darauf, Entwicklungs- und Anwendungspotentiale neuer Technologien zu identifizieren und mit Hilfe von Orientierungswissen zum rationalen Umgang mit Innovationen beizutragen. Die Untersuchung des Testbetriebs von ENUM entspricht den Kriterien und Zielsetzungen der Innovations- und Technikanalyse in geradezu idealtypischer Weise. Nur selten ergibt sich in der sozialwissenschaftlichen Technikforschung die Chance, die Entstehung eines Artefakts, das heißt seiner Funktionen, seiner konstitutiven

Eigenschaften und, wenn man so will, seiner Identität, international vergleichend im koordinierten Testbetrieb studieren zu können.

2. Der Untersuchungsgegenstand: ENUM im Testbetrieb

Seit den 90er Jahren wird eine Konvergenz der Kommunikationsmedien prognostiziert. Im Prinzip ist es bei entsprechender Bandbreite möglich, alle digitalen Datenformate über ein Netz, das Internet, zu transportieren. Ein offenkundiger Kandidat für eine solche Konvergenz ist die Telefonie. Schon Mitte der 90er Jahre lagen die ersten Anwendungsprogramme für das Telefonieren über das Internet vor. Seit 1997 arbeitet die Standardisierungsorganisation Internet Engineering Task Force (IETF) an technischen Standards für das sogenannte Voice over IP (VOIP). Obwohl inzwischen verschiedene Lösungen für VOIP im Einsatz sind, zeigt sich doch, dass der Schlüssel für eine Durchsetzung der Internettelefonie als Massendienst in der Einbindung des bestehenden Telefonnummernsystems besteht. Telefonnummern stellen bis heute das weltweit am meisten verbreitete und genutzte Adressierungssystem im Kommunikationsbereich dar (vgl. Shockey 2001). Daher werden sich Telefondienste im Internet leichter durchsetzen, wenn sie die bestehenden Endgeräte und Adressierungspläne integrieren. ENUM ist als Bindeglied zwischen den Netzarchitekturen von Telefonie und Internet konzipiert.

ENUM ist ein Datenbank- bzw. Verzeichnisdienst, der Telefonnummern in Domainnamen übersetzt. Die sogenannten Telefondomains eröffnen wiederum den Zugang zu nutzerseitig spezifizierten Kommunikationsdiensten wie Telefon, Email, SMS oder Fax. Dahinter steht das Ziel einer nahtlosen, für die Nutzer unmerklichen Integration der Telefon- und Datennetze. Unter Umständen wäre dann nicht länger erkennbar, ob ein Telefonat über das Telefonnetz oder das Internet geleitet wird. Zugleich erschließt ENUM den Zugang zum Dienstespektrum des Internet für den klassischen Sprachverkehr. Möglicherweise läge die Entscheidung über die Auswahl von Kommunikationsdiensten dann bei den Nutzern und nicht länger bei (den Betreibern) der Netzarchitektur.

ENUM sieht vor, dass alle digitalen Adressen bzw. Nummern unter einer Telefondomain zusammengeführt werden. Eine Adresse wäre somit ausreichend, um durch beliebig wählbare Dienste und Endgeräte erreichbar zu sein. Eingehende Nachrichten könnten etwa je nach Tageszeit oder Absender auf unterschiedliche Endgeräte geleitet werden. So entsteht die Möglichkeit, die individuelle Präsenz und Erreichbarkeit situativ zu steuern oder gar zu programmieren (vgl. Borthick 2002). Verschiedentlich ist ENUM auch als "always up-to-date, public available business card" charakterisiert worden (Stastny 2002).

Im Erfolgsfall trägt ENUM dazu bei, dass VOIP, das paketvermittelte Telefonieren über das Internet, zu einem Massendienst wird, der die klassische Sprachvermittlungstechnik nach und nach verdrängt. Die erwartbaren wirtschaftlichen Effekte bestünden in erheblichen Kosteneinsparungen im Sprachverkehr, verbunden mit dem Abschied von dem bisherigen Tariffierungssystem (Werbach 1997: 82), und großen Chancen für neue Kommunikationsdienstleistungen (vgl. ETSI 2002).

2.1 Die technische Funktionsweise von ENUM

ENUM gilt als vergleichsweise simple Technik (vgl. Huston 2002; vgl. Michael 2001), denn sie bedient sich eines bewährten Datenbankservices, dem Domainnamensystem: „ENUM is just that, a way to store E.164 numbers in the DNS.“ (Klensin 2002) Um eine Integration von Telefonnetz und Internet zu erreichen, muss eine Verknüpfung zwischen Telefonnummern und Internet- bzw. IP-Adressen hergestellt werden. Das Bindeglied hierfür bildet das Domainnamensystem. Telefonnummern werden in Domainnamen übersetzt, so dass sich die verteilte Datenbank des Domainnamensystems zur Ermittlung von Kommunikationsdiensten und Adressen nutzen lässt.

Die Umwandlung einer Telefonnummer in einen Domainnamen orientiert sich an der Syntax des Domainnamensystems. Da Domainnamen hierarchisch aufgebaut und von rechts nach links gelesen werden, müssen Telefonnummern entsprechend "reformatiert" werden. Zusätzlich wird zwischen den Zahlen noch der für Domainnamen typische Punkt eingefügt, der mögliche Delegationssegmente kennzeichnet. Aus der Telefonnummer +493025491288 wird somit der äquivalente Domainname 8.8.2.1.9.4.5.2.0.3.9.4. An diesen wird die Endung *e164.arpa* angehängt. Die *Top Level Domain .arpa* ist dem Infrastruktur- und Servicebereich für den Netzbetrieb vorbehalten. Für den Testbetrieb von ENUM ist unter *.arpa* eine spezielle *Second Level Domain* eingerichtet worden: *e.164* nimmt Bezug auf die gleichnamige Empfehlung der International Telecommunication Union (ITU) zum internationalen Telefonnummernplan. Diesem symbolischen Zugeständnis an die ITU zum Trotz steht eine abschließende Entscheidung über die Zuordnung von ENUM im Domainnamensystem noch aus.¹

¹ Einige Mitgliedstaaten der ITU haben Bedenken gegenüber *.arpa*, weil sich diese TLD unter amerikanischer Kontrolle befindet. Dieses Argument gilt freilich für das gesamte Domainnamensystem, da die wichtigsten *Rootserver* ebenfalls unter der Aufsicht der US-Regierung stehen.

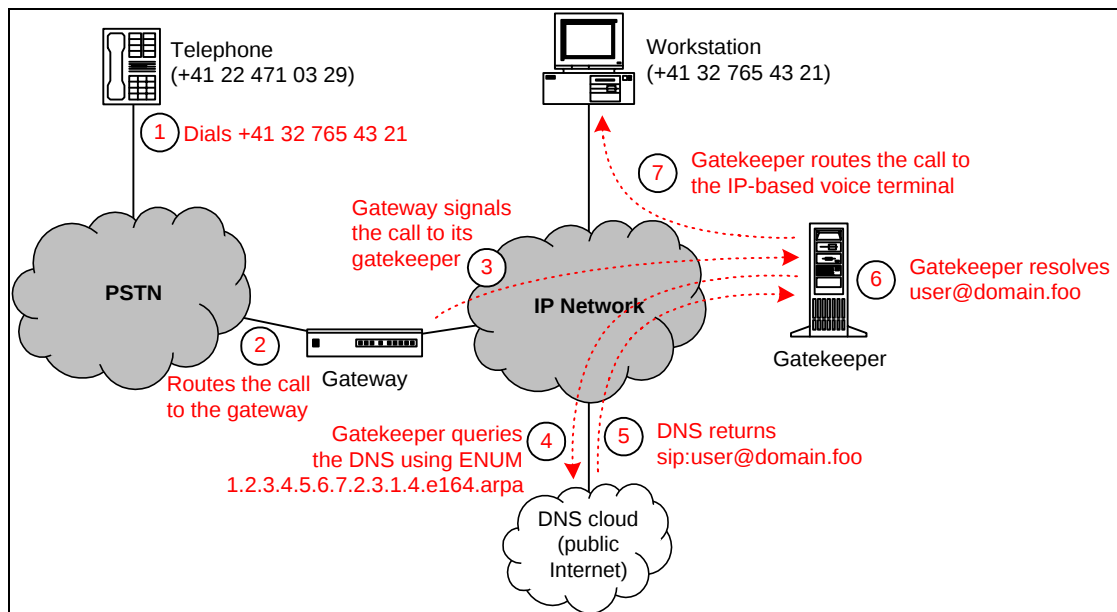


Abbildung 2: Verknüpfung von Telefonnummern mit Internetdiensten (Bakom 2002). Die Abbildung illustriert den Verbindsaufbau für ein Telefonat zwischen Telefonnetz (PSTN) und Internet.

Der ENUM-Standard spezifiziert die Auflösung oder Übersetzung einer Telefonnummer in einen Uniform Resource Identifier (URI). Definitionsgemäß sind URIs Zeichenketten, die zur Bezeichnung von Ressourcen wie Dokumenten, Bildern oder Diensten dienen.² Im Zusammenhang mit ENUM spezifizieren URIs die Dienste, die für eine gegebene Telefonnummer verfügbar sind. In der Sprache der Entwickler wird dieser Vorgang als *E.164 to URI* oder kurz: *E2U* ausgedrückt. E, das heißt eine Telefonnummer, bildet den Input, der NAPTR Algorithmus ermittelt die hierfür verfügbaren Kommunikationsdienste, die dann den Output U darstellen. Entsprechend der ENUM-Syntax lautet die URI für Emailadressen „mailto+E2U“, für das Telefonieren über das Internet „sip+E2U“ (Faltstrom 2000).

Der Vorteil, den das Domainnamensystem für die Integration von Telefonie und Internet bietet, besteht in der Flexibilität des Übersetzungsmechanismus. Einer gleich bleibenden Telefondomain können variierende Endgeräte und wechselnde Internetadressen zugeordnet werden. Der Domainname bildet somit die stabile Bezugsgröße, während sich die übrigen Parameter fortwährend ändern können. Ungeklärt ist allerdings noch, auf welche Instanzen und Akteure sich die Kontrolle über den Integrationsprozess und die daran beteiligten Funktionsabläufe verteilt.

² Ein Beispiel für eine URI ist die URL, der Uniform Resource Locator, der Adressen von Websites repräsentiert.

2.2 Die administrative Struktur des Testbetriebs von ENUM

Die Realisierung von ENUM berührt die Verantwortungsbereiche einer Vielzahl von Akteuren. Die politische Autorität über das Domainnamensystem liegt bislang bei der US Regierung, die den sogenannten *Root file master* kontrolliert. Das zentrale Element dieser Kontrolle besteht in der Entscheidungshoheit über die Schaffung neuer Top Level Domains (TLDs) und etwaiger Änderungen an bestehenden TLDs. Dies gilt selbstredend auch für *.arpa*, unter der ENUM angesiedelt ist. Die Top Level Domain *.arpa* wird seit 2000 von der Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN) unter der Aufsicht des Internet Architecture Board (IAB), des Aufsichtsorgans der Standardisierungsorganisation Internet Engineering Task Force (IETF), betrieben.

Der Betrieb der Domain *e164.arpa* wurde offenbar aus geopolitischen Erwägungen an RIPE (Réseaux IP Européens), die europäische Verteilungsinstanz für Internetadressen mit Sitz in Amsterdam, delegiert. Die Zuständigkeit für den internationalen Telefonnummernplan liegt bei der ITU. Die nationalen Nummernpläne fallen dagegen unter nationalstaatliche Verantwortung. Der technische Standard für ENUM wurde von der IETF entwickelt. Das Urheberrecht und zugleich die *change control* für diesen Standard liegt bei der Internet Society, die als Dachorganisation für die bis heute informell verfasste IETF fungiert.

Angesichts der quer zu den unterschiedlichen Regulierungsstrukturen von Internet und Telefonwelt gestreuten Zuständigkeiten für die verschiedenen Komponenten von ENUM haben sich IAB, IETF und ITU auf eine enge Zusammenarbeit bei der Einführung verständigt. Seit Herbst 2000 besteht eine formelle Kooperation zwischen den Standardisierungsorganen. Bestandteil der Kooperation ist die Vereinbarung von Grenzen zwischen administrativen und operativen, nationalen und internationalen Autoritätsbereichen, wobei den Nationalstaaten selbst überlassen bleibt, ob und in welcher Weise sie ENUM implementieren.

In Bezug auf das Internet sieht die Regelung zwischen ITU und IAB vor, dass das Domainnamensystem die hierarchische Struktur des Telefonnummernplans bis zu einem gewissen Grad nachbildet: "If parts of the Recommendation E.164 numbering plan are to be authoritatively provisioned in the DNS, it is assumed that there is a requirement for an authoritative DNS infrastructure that parallels, at least to some extent, the hierarchical roles and responsibilities that currently exist for the E.164 numbering plan." (ITU-TSB 2002: 6)

Analog zum Telefonnummernplan wird der Namensraum unter *e.164.arpa* daher in verschiedene administrative Ebenen unterteilt. Die oberste Hierarchiestufe, *Tier 0*,

umfasst den Betrieb der *Registry* für *e.164.arpa*, die Verweise auf die nationalen ENUM-Registries enthält. Die technische Aufsicht über die *Registry*-Datenbank liegt bei RIPE. Die ITU fungiert als Registrierungsstelle und ist somit der autorisierte *Registrar* für die nationalen ENUM-Domainnamen.

Auf der darunter liegenden Ebene, *Tier 1*, sind die nationalen ENUM-Registries angesiedelt. Einige der Länder, die bereits über eine ENUM-Domain verfügen, darunter auch Deutschland, haben Aufsicht und Betrieb der nationalen Datenbank an eine private Organisation delegiert. Zumeist handelt es sich dabei um den *Registry*-Betreiber für die nationale Top Level Domain. Dies gilt auch für Deutschland, wo die Regulierungsbehörde die rechtliche Zuständigkeit für ENUM reklamiert, für die Dauer des Testbetriebs jedoch DENIC mit dem *Registry*-Betrieb beauftragt wurde. In anderen Ländern behalten sich staatliche Stellen die politische Aufsicht über den Feldversuch vor (vgl. Fassett 2003). Die ENUM-Einträge der Endkunden werden von einer oder auch mehreren *Registries* verwaltet. Großbritannien sieht beispielsweise vor, den nationalen Telefonnummernplan in drei Teile zu untergliedern, so dass mehrere *Registries* am Feldversuch teilnehmen können (vgl. UKEG 2002). Die meisten Länder geben dagegen dem *Golden Tree*-Modell den Vorzug, das einen *Registry*-Betreiber pro nationalem Nummernraum vorsieht.

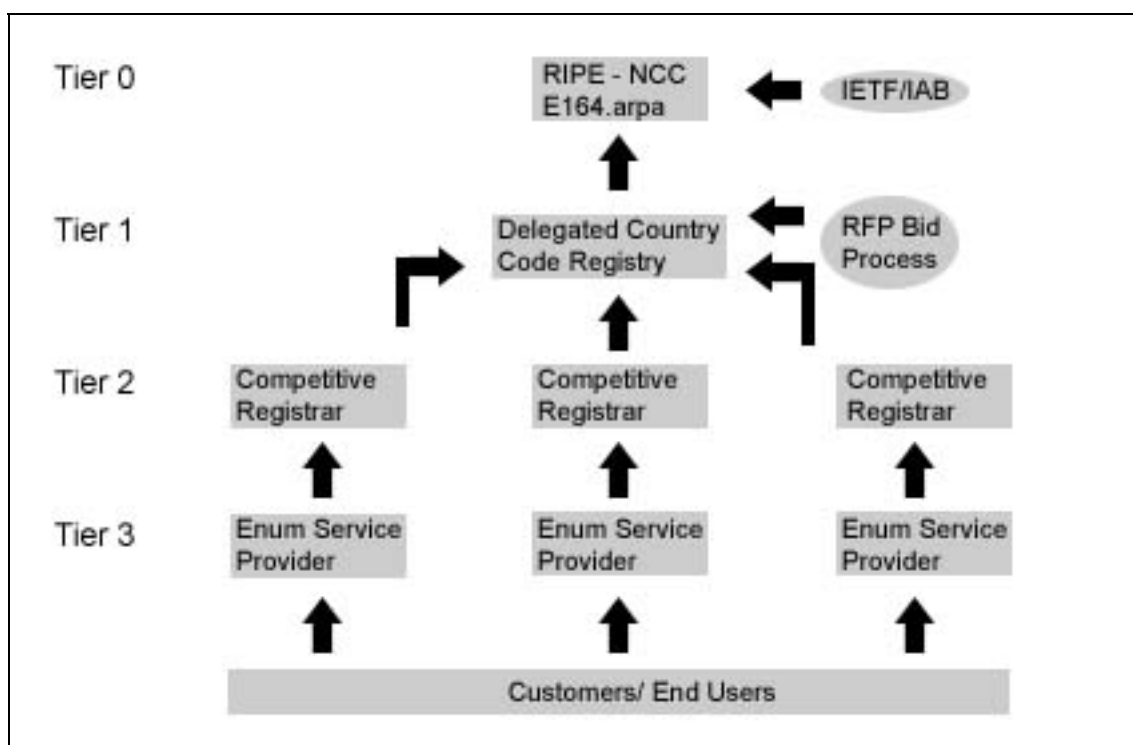


Abbildung 3: Administrationsstruktur von ENUM (Fassett 2002)

Auf der dritten Ebene (*Tier 2*) finden die Registrierungen für Endkunden statt. Wie bei Domainnamen auch, soll der Registrierungsservice für ENUM-Domains dem Markt, bestehend aus konkurrierenden Registraren, überlassen werden. Das Angebot von

Kommunikationsdiensten wird davon getrennt konzipiert. *Tier 3* umfasst die Service-provider, die etwa *Voice over IP* oder Weiterleitungsdienste anbieten.

Das beschriebene Administrationsschemas ist als idealtypisches Modell zu verstehen. Ob die skizzierten Funktionsebenen auch in der Praxis Bedeutung erlangen, muss sich erst noch erweisen. Denkbar ist, dass große Telekommunikationsunternehmen die *Registrar*-, *Provider*- und Kommunikationsdienste gebündelt anbieten. Zu den ungeklärten Fragen gehört, welche Instanz die Authentifizierung der Antragsteller übernehmen wird. Die Authentifizierung spielt bei ENUM eine besondere Rolle, weil sichergestellt werden muss, dass es sich beim Antragsteller für eine ENUM-Domain tatsächlich um den Inhaber der entsprechenden Telefonnummer handelt. Gleichzeitig besteht jedoch die Befürchtung, dass die potentiell kostenaufwendige Validierung der Registrierungsdaten auf einen Wettbewerbsvorteil für diejenigen Anbieter hinausläuft, die bereits über umfassende Kundendatenbanken verfügen.³

2.3 Die Implementation von ENUM

Beginnend im Jahr 2000 haben mehrere Länder öffentliche Konsultationen und Workshops zur Einführung von ENUM durchgeführt.⁴ Bestandteil der Konsultationen waren Fragenkataloge zum Nutzungspotential, zur Nutzerakzeptanz und den mit ENUM verbundenen Risiken. Besondere Erwähnung fanden in diesem Zusammenhang Datenschutzprobleme und die Gefahr von Missbrauch. Gewünscht waren darüber hinaus Stellungnahmen zur Administration von ENUM, der Rolle des Staates und der Wirtschaft hierbei. Wie möglicherweise zu erwarten war, haben sich an den Konsultationen hauptsächlich Unternehmen beteiligt, die ENUM als ein potentielles Geschäftsfeld betrachten. Für kritische Auseinandersetzungen mit der Technik sind die Konsultationen dagegen kaum genutzt worden.⁵

Im Mai 2002 haben sich ITU und IAB auf ein Verfahren für die Vergabe von ENUM-Domains geeinigt und den Beginn des Testbetriebs offiziell verkündet. Seither sind bei der ITU 33 Anträge eingegangen, von denen bislang 16 akzeptiert und 17 abgelehnt

³ Dies betrifft vor allem die ehemals staatlichen Telekommunikationsunternehmen, die wie die Deutsche Telekom noch immer die Rechnungserstellung für die Mehrzahl aller Telefonkunden in Deutschland übernehmen.

⁴ Öffentliche Konsultationen haben unter anderem in Frankreich, Österreich, Großbritannien, Schweden, der Schweiz, Australien und den USA stattgefunden, in den Niederlanden beginnt ein entsprechendes Verfahren. In Deutschland gab es dagegen keine öffentliche Konsultation.

⁵ Eine Ausnahme bildet möglicherweise Australien, wo Nutzergruppen deutlich gegen die Einführung von ENUM in der bestehenden Form Stellung bezogen haben (vgl. Clarke 2002; APF 2002).

wurden (vgl. Fassett 2003).⁶ DENIC gehörte zu den ersten Antragstellern. Im Mai 2002 wurde der Testbetrieb für *4.9.e164.arpa* genehmigt.

In einigen Ländern hat der Testbetrieb von ENUM inzwischen begonnen. Am weitesten fortgeschritten sind die Vorbereitungen in Österreich. An der "ENUM Trial Plattform" beteiligt sind u.a. die Regulierungsbehörde (Rundfunk- und Telekom-Regulierungs-GmbH), die zugleich Inhaber der ENUM-Domain ist, nic.at die Registry für österreichische Domainnamen wie auch die ENUM-Domain) sowie eine Reihe von Unternehmen aus dem Telekommunikationsbereich. Der österreichische Trial soll in zwei Stufen stattfinden. Gegenstand der ersten Phase ist der Test der Infrastruktur, der Schnittstellen und Benutzeroberflächen sowie auch erster Anwendungen. Geplant ist, rund 500 Endnutzer in den Testbetrieb einzubeziehen. Die Nutzer sollen Anfragen nach ENUM-fähigen Nummern ausführen und ihre in den NAPTR-Records enthaltenen Verknüpfungen zu Kommunikationsdiensten editieren können. In Österreich gibt es noch einen zweiten Testbetrieb, der von VISIONng durchgeführt wird. VISIONng ist eine gemeinnützige Organisation, die 2001 gegründet wurde, um auf der Basis offener Standards⁷ einsatzfähige Lösungen für die Internettelefonie zu entwickeln. Gegenstand des Trials von VISIONng sind sogenannte nicht-geographische, persönliche Telefonnummern (*Universal Personal Telecommunications Numbers*), für die im internationalen Nummernplan die Vorwahl +878 reserviert ist. An VISIONng wurde die Domain *0.1.8.7.8.e164.arpa* delegiert.

In Großbritannien liegt die Aufsicht über ENUM beim Department of Trade and Industry. Der Registry-Betrieb wurde an drei Bewerber vergeben⁸, weshalb der britische Nummernplan zumindest für die Dauer des Testbetriebs dreigeteilt werden muss. Der britische Testbetrieb wird von der UK ENUM Group, einem Zusammenschluss von Telekommunikations- und Internetunternehmen, koordiniert. Zu den Zielen des Trials gehört es, Vor- und Nachteile von ENUM sowie die Anforderungen an eine Einführung zu untersuchen. Darüber hinaus sollen auch Anwendungen, wiederum unter Einbeziehung der Nutzer, getestet werden. Der Beginn ist für Anfang 2003 vorgesehen. Mit Ergebnissen wird bereits im Sommer diesen Jahres gerechnet (vgl. UKEG 2002).

Einen Sonderfall bildet die Implementierung von ENUM in den USA. Abweichend von den übrigen Country Codes umfasst der Nummernplan "1" insgesamt 19 Staaten (vgl.

⁶ Die ITU lehnt Anträge ab, deren Legitimation nicht durch die zuständige Regierungsstelle bestätigt wird. Ungeklärte administrative Zuständigkeiten sind folglich einer der Gründe, die einer Delegation der ENUM-Domain im Wege stehen.

⁷ Es handelt sich um die Standards des European Telecommunications Standards Institute (ETSI), die im Rahmen des Projekts "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization over Networks" (TIPHON) entwickelt werden (vgl. <http://www.etsi.org/frameset/home.htm?tiphonweb/>).

⁸ Dabei handelt es sich um die britischen Unternehmen CentralNic und Nominet und das amerikanische Unternehmen Neustar.

DOC 2003). Die mehrfachen nationalen Ansprüche an *1.e164.arpa* könnten, ähnlich wie beim britischen Trial, eine Aufteilung des *Registry*-Betriebs nahe legen. Dafür spricht auch, dass das *Golden Tree*-Modell, das nur eine *Registry* auf der zweiten Funktionsebene vorsieht, in den USA aus Wettbewerbsgründen umstrittener ist als in Europa (vgl. Rutkowski 2002). Die vorherrschende Auffassung bei ITU und IETF ist, dass nur ein *Registry*-Monopol in jedem Land die Integrität des Nummernplans garantieren kann. Vor diesem Hintergrund verspricht die Implementierung von ENUM in den USA aufschlussreiche Befunde über die Grundannahmen der ENUM-Architektur. Nachdem die National Telecommunications and Information Administration (NTIA), eine Behörde des US-Handelsministeriums, im Sommer 2002 eine Anhörung zu ENUM veranstaltet hatte, gab sie im Februar 2003 ihre aktive Beteiligung an einem Testbetrieb bekannt (vgl. DOC 2003). Zeitgleich hat das ENUM-Forum, ein Zusammenschluss amerikanischer Internetunternehmen, Spezifikationen für die Implementierung vorgelegt. Zwei Mitglieder des ENUM-Forums haben bereits Trials durchgeführt.

Ziel des Testbetriebs in Deutschland ist die Erarbeitung eines Betriebsmodells für ENUM. Dabei geht es um die Arbeitsteilung zwischen den verschiedenen Funktionsebenen wie auch um die technische Kommunikation beim Betrieb von ENUM. Weiterhin dient der Feldversuch als Testumgebung für Endgerätehersteller und Diensteanbieter. Eine Beteiligung von Endnutzern ist in Deutschland jedoch nicht vorgesehen. Offiziell hat der Testbetrieb in Deutschland im Herbst 2002 begonnen. Einen Zeitplan gibt es jedoch noch nicht. Bislang haben sich elf Mitglieder der DENIC-Genossenschaft für den Trial akkreditiert. Wie viele Hersteller und Diensteanbieter bereits ENUM-Domainnamen registriert haben, ist nicht bekannt. DENIC selbst entwickelt eine Anwendungsumgebung, die die Verknüpfung von ENUM und Internettelefonie demonstrieren soll.

Verglichen mit den Trials in Österreich und England läuft der Testbetrieb in Deutschland relativ schleppend an. Die Gründe dafür sind nicht ganz klar. Möglicherweise spielt der geringe Enthusiasmus der Regulierungsbehörde eine Rolle (vgl. Ermert 2003). Ausschlaggebend für die weitere Entwicklung von ENUM in Deutschland dürften jedoch die Entwicklung und das Angebot von Anwendungen sein – und dafür ist eindeutig der Markt zuständig.

3. Fragestellung, untersuchungsleitende Annahmen und Zielsetzung des Forschungsprojekts

3.1 Die Fragestellung: Spielräume bei der Implementation von ENUM

Auch wenn die Entwicklung des technischen Standards nahezu abgeschlossen ist, stellt ENUM ein noch instabiles, über große "interpretative Flexibilität" verfügendes Artefakt dar (vgl. Pinch & Bijker 1984). Klärungsbedürftig sind zum einen die Anwendungen, die ENUM unterstützen soll, zum anderen auch der Adressaten- und Nutzerkreis, der von diesen Anwendungen profitieren wird. Wie der Co-Chair der ENUM-Arbeitsgruppe in der IETF feststellt, gibt es "several different views of what ENUM is, what it does, and how a global ENUM system may affect personal privacy and the security of data contained in the global ENUM system." (Shockey 2002) Selbst in der technischen Community, so Shockey, bestünden unterschiedliche Auffassungen darüber, wozu ENUM eigentlich entwickelt worden sei. Mit anderen Worten ist selbst zum Zeitpunkt der Aufnahme des Testbetriebs noch nicht genau absehbar, welche Funktionen ENUM künftig erfüllen wird.

Unter den Entwicklern von ENUM werden inzwischen eine Reihe unterschiedlicher Nutzungsszenarien von ENUM diskutiert. Bezeichnenderweise ist es auch der wachsenden Kritik internetnaher Bürgerrechtsgruppen zu verdanken, dass zumindest einige der bekannten Nutzungsoptionen einschließlich ihrer Implikationen zur Diskussion gestellt worden sind (vgl. Shockey 2002). Unter Bürgerrechtsgruppen verbreitet ist die Sorge, dass eine weiträumige Implementierung von ENUM gesellschaftlich unerwünschte Folgen hätte. Diese betreffen vor allem die Verletzung der Privatsphäre der Nutzer und damit verbunden eine Verschärfung des ungelösten Problems unerlaubter Werbung im Internet, des so genannten Spam. Befürchtet wird insbesondere, dass ENUM eine Offenlegung aller individuellen Kontaktadressen erfordert und auf diese Weise nicht nur ein "Paradies für Spammer" schafft, sondern womöglich auch ein neues Delikt hervorbringt, den Identitätsdiebstahl (*identity theft*). Wer sich erfolgreich Zugang zu den NAPTR Records Dritter verschafft, kann eingehende Anrufe oder Nachrichten an beliebige Adressen umleiten bzw. unter fremdem Namen kommunizieren. Die Zentralisierung aller Adressen unter einer ENUM-Domain schafft so möglicherweise eine neue Form des Kommunikationsrisikos. Der Vorwurf an die Entwickler von ENUM lautet, dass sie solche Technikfolgen ignorieren anstatt diese zu antizipieren und zu versuchen, diese im Rahmen der Standardentwicklung möglichst auszuschließen oder wenigstens zu minimieren (vgl. Clarke 2002). In seiner Reaktion auf die Bedenken gegenüber ENUM hat Shockey drei verschiedene Funktions- bzw. Interpretationsmodelle von ENUM skizziert (Shockey 2002):

1. Number Translation Database
2. Called Party Control of ENUM enabled Communications
3. Calling Party Control of Communications

Im ersten Nutzungsszenario fungiert ENUM als eine Datenbank zur Übersetzung von Nummern in Adressen. Nahe liegende Anwendungsbeispiele beziehen sich auf verschiedene Spielarten der Rufweiterleitung, die sich unter anderem aus der Portabilität von Telefonnummern ergeben. Wenn etwa die Nummer beibehalten, aber der Diensteanbieter gewechselt wird, kann das Domainnamensystem via ENUM für die Ermittlung des neuen Diensteanbieters verwendet werden. Stastny bezeichnet diese Version als "Infrastructure ENUM", weil sie von den Telekommunikationsbetreibern eingesetzt wird und für Endkunden unsichtbar bleibt (vgl. Stastny 2002). Aus diesem Grunde entstehen in diesem Szenario auch keine Datenschutzprobleme, denn nur der Betreiber selbst hat Zugang zu den Kundendaten.

Im zweiten und dritten Szenario liegt die Kontrolle über den Einsatz von ENUM bei den Endnutzern. Stastny bezeichnet diese Varianten daher als "User Enum" (Stastny 2002). *Called Party Control* heißt, dass ENUM ein Instrument zur Unterstützung der Wahlmöglichkeiten auf Seiten der "Angerufenen" ist. Mit Hilfe der NAPTR Records können sie die gewünschten Kommunikationsmethoden und deren Reihenfolge festlegen. Das bedeutet, dass die Anrufenden nicht zwingend Zugang zum Inhalt der NAPTR-Records bekommen müssen. So kann der Verbindungsaufbau so genannten *user agents*, einer *Client Software*, überlassen werden, die im Wege des gegenseitigen Informationsaustauschs die bevorzugte Art des Kommunikationskanals aushandeln. In diesem Modell ließe sich die Preisgabe persönlicher Daten auf ein Minimum beschränken. Selbst die mit ENUM-Domains verbundenen Namen ließen sich hinter Decknamen verstecken (vgl. Shockey 2002).

Unter Datenschutzgesichtspunkten problematisch stellt sich vor allem das dritte Szenario dar. Dieses bietet der anrufenden Partei die maximale Kontrolle über die Wahl des Kommunikationsmittels. Die Eingabe einer ENUM-Domain wird in diesem Modell mit der Auflistung aller URIs, das heißt der verfügbaren Kommunikationsdienste beantwortet. Der Anrufende erhält folglich Zugriff auf alle mit einer ENUM Domain verknüpften Informationen. Mit anderen Worten wären die Kontaktadressen aller Inhaber von ENUM-Domainnamen, einschließlich der dazugehörigen Einstellungen oder Policies, weltweit öffentlich zugänglich: "Not only are all potential communications endpoints exposed in the global DNS but verbose hints to the nature and capabilities of those endpoints are described in the NAPTR enumservice field." (Shockey 2002) Es steht zu vermuten, dass das *Calling Party Control*-Modell vor allem in Ländern mit ausgeprägter Datenschutzkultur auf Akzeptanzprobleme stoßen würde.

Die drei Szenarien unterstellen unterschiedliche Einsatzbereiche, die wiederum spezifische Geschäftsmodelle nahe legen. Die Infrastrukturversion ist vor allem für Telekommunikationsunternehmen interessant, weil ENUM der Schlüssel für die Nutzung des Domainnamensystems zur Portierung von Rufnummern und Kommunikationsdiensten ist (Stastny 2002). Aus den nutzerorientierten Szenarien ergeben sich dagegen auch neue Märkte für internetbasierte Dienstleistungen und Endgeräte. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, dass der attraktivste unter den augenblicklich bekannten Kommunikationsdiensten, die Internettelefonie, in Konkurrenz zum herkömmlichen entfernungsabhängigen Tariffierungssystem treten könnte.

Im Kontext der hier dargestellten Szenarien gibt es noch eine Reihe weiterer offener Fragen in Bezug auf die Implementierung von ENUM. Dies betrifft beispielsweise die Zustimmung der Endnutzer zur Registrierung von ENUM-Domains. Zur Diskussion stehen *Opt-in* und *Opt-out*-Verfahren, wobei die Nutzer im ersten Fall ausdrücklich einwilligen, im zweiten Fall dagegen explizit ablehnen müssen. Unter Datenschutzgesichtspunkten stellt das *Opt-in*-Prinzip die vertretbare Lösung für die Einführung von ENUM dar, unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten ist die *Opt-out*-Version die attraktivere (vgl. EPIC 2002). Eine weitere ungelöste Aufgabe wurde bereits angesprochen, die Authentifizierung der Nutzer. Genauer besehen handelt es sich dabei um zwei Aufgaben, nämlich die erstmalige Identitätsprüfung der Registranten und die in Abständen erforderliche Validierung der Registrierungsdaten. Wie Dolderer feststellt, liegt in den Ländern ohne zentrales Rufnummernverzeichnis ein zugleich "universelles, kostengünstiges, zentrales Validierungsmodell (...), das einfach eingesetzt werden kann", bislang nicht vor (Dolderer 2002). Auch mangelt es noch an praktischen Erfahrungen mit den verfügbaren Validierungsverfahren. Der Testbetrieb soll auch dazu dienen, verschiedene Modelle zu erproben und eine bessere Entscheidungsgrundlage zu schaffen.

Unter technikfolgen-, innovations- und technikanalytischen Gesichtspunkten besehen, befindet ENUM sich zu Beginn des Jahres 2003 in einer Entwicklungsphase, in der durch staatliche Regulierung wie auch durch gesellschaftliche und wirtschaftliche Anwenderkreise besonders wirkungsvoll Einfluss auf die Gestaltung des Dienstes genommen werden kann. Dafür sprechen vor allem zwei Gründe. Erstens enthält das technische Design des Standards nach Auffassung seiner Entwickler keine Vorannahmen über die künftige Art seiner Nutzung. Zweitens ist die Implementation von ENUM Aufgabe bzw. Angelegenheit der Nationalstaaten. Vor dem Hintergrund dieser Interpretationsoffenheit besteht das Ziel der Untersuchung darin, die Spielräume bei der Implementation von ENUM in vergleichender Weise zu ermitteln. Die hier knapp beschriebenen Szenarien lassen sich zum jetzigen Zeitpunkt lediglich als Beispiele zur Illustration der Bandbreite bei der Implementation von ENUM verstehen.

Erst die Beobachtung des Testbetriebs erlaubt eine detailliertere Darstellung und Abschätzung ihrer praktischen Relevanz. Die zentrale Fragestellung des Projekts richtet sich daher auf die relevanten Optionen bei der Realisierung von ENUM. Die Kenntnis der Handlungsspielräume bei der Umsetzung von ENUM bildet die Voraussetzung für eine sachliche gesellschaftliche Meinungsbildung über dessen Einsatz. Zu einer solchen Meinungsbildung möchte dieses Projekt einen Beitrag leisten.

Um eine breitere Datenbasis zu gewinnen, ist vorgesehen, die Tests international vergleichend zu betrachten. Ausgehend vom Testbetrieb in Deutschland als Referenzfall ist geplant, die Feldversuche ausgewählter Länder hinzuzuziehen, um verschiedene nationale Rahmenbedingungen in die Untersuchung einbeziehen zu können. Variierende Rahmenbedingungen sind u.a. im Hinblick auf Umfang und Vorgaben staatlicher Regulierung sowie die Wettbewerbssituation am Telekommunikationsmarkt zu erwarten. Auch die Akteurskonstellation beim Testbetrieb selbst dürfte eine Rolle spielen. Zu den unter Vergleichsgesichtspunkten derzeit interessantesten Ländern gehören Österreich, Großbritannien und die USA.⁹

Aus dem Untersuchungsfokus ergeben sich darüber hinaus Fragen in Bezug auf die Anlage und die Rolle des Testbetriebs selbst. Schon jetzt zeichnen sich erste Unterschiede in der Akteurskonstellation wie auch dem Konzept der Trials ab, wie im Abschnitt 2.3 gezeigt wurde. Unklar ist darüber hinaus, in welchem Umfang die beteiligten Unternehmen überhaupt bereit sind, die Zielsetzungen ihrer Feldversuche offen zu legen und Ergebnisse zur Diskussion zu stellen. Offen ist zudem, ob der Testbetrieb Einfluss auf die regulatorische Ausgestaltung von ENUM nehmen wird. Von Interesse ist schließlich auch der Austausch zwischen den Feldversuchen einzelner Länder. Auf den bislang eingerichteten Mailinglisten sind noch kaum Aktivitäten zu beobachten.¹⁰ Der Rolle und dem Einfluss des Testbetriebs auf die weitere Entwicklung von ENUM kann in dieser Untersuchung allerdings nicht systematisch, sondern nur am Rande und im Rahmen der verfügbaren empirischen Quellen nachgegangen werden.

3.2 Untersuchungsleitende Annahmen und Thesen

1. Einige der Annahmen, die für die Untersuchung des Testbetriebs konzeptionell eine wichtige Rolle spielen, sind bereits angesprochen worden. Dies gilt beispielsweise für die noch weitgehende Nutzungsoffenheit und die Interpretationsvielfalt des Dienstes. Angesichts der Tatsache, dass die Gestaltung von ENUM in den Händen der

⁹ Interessant am österreichischen und britischen Fall ist, dass Endnutzer mit einbezogen werden. Für Österreich spricht zudem der Pionierstatus, kein anderer Feldversuch ist soweit fortgeschritten. Großbritannien und die USA eignen sich für einen Vergleich mit Deutschland auch wegen der Wettbewerbskomponente auf der Ebene der Registry.

¹⁰ DENIC, die deutsche Registrierungsstelle, und RIPE, die Registry für e164.apra, haben beide Mailinglisten für den Informationsaustausch über den Testbetrieb eingerichtet.

Nationalstaaten liegt, formulieren wir die These, dass der Testbetrieb unter anderem dazu dient, die notwendige Stabilisierung der Funktionen und folglich der Bedeutung von ENUM einzuleiten. Solche Stabilisierungsversuche sind allerdings, wie Bijker (1995) gezeigt hat, nicht neutral, sondern durchaus interessengetrieben.

2. Das Internet und das Telefonnetz reflektieren sehr unterschiedliche Regulierungstraditionen. Als Konvergenztechnologie erzwingt ENUM in gewissem Umfang eine Verschmelzung dieser Regulierungstraditionen. So stellt sich etwa die Frage, ob die Regulierungsbehörden infolge von ENUM und Internettelefonie Aufsichtskompetenzen über Teile des Domainnamensystem beanspruchen werden (vgl. Cannon 2001). Eine zweite Annahme dieser Untersuchung besagt, dass die Implementierung von ENUM – und mithin die Bedingungen, unter denen die Konvergenz zwischen Internet- und Telefondiensten stattfinden – durch nationale Regulierungspolitiken und spezifische Marktstrukturen (beispielsweise den Marktanteil des ehemaligen Monopolbetreibers) geprägt wird.

3. Die Durchsetzung von "User ENUM" ist keineswegs sichergestellt. Zum einen stellt ENUM lediglich eine Variante zur Integration von Telefonie und Internet dar. Es gibt andere Dienste wie etwa Instant Messaging, denen ein vergleichbares Potential für die Integration von Kommunikationsdiensten nachgesagt wird, ohne hierfür auf das Telefonnummernsystem zurückzugreifen. Die dritte Annahme des Projekts lautet, dass die Kontrolle der Nutzer über den durch ENUM erzeugten Informationsfluss einen kritischen Erfolgsfaktor darstellt. Nur wenn die Nutzer ihre ENUM-Einträge selbst editieren und selbst darüber bestimmen können, welche Daten öffentlich sichtbar sind, besteht die Chance, dass sich ENUM zu einem Massendienst entwickelt.

3.3 Relevanz der Fragestellung für die Innovations- und Technikanalyse

Die Strukturen moderner Gesellschaften sind heute in einem so hohen Maße technisch vermittelt, dass die gesellschaftliche Wünschbarkeit wie auch die Gestaltung von Technologien zunehmend Gegenstand öffentlicher Diskussion geworden ist. Vor allem mit Blick auf Informations- und Biotechnologien hat sich ein breites Verständnis für die Gestaltbarkeit und folglich die politische und gesellschaftliche Verantwortung gegenüber der Technikentwicklung herausgebildet.

Studien im Bereich der Innovations- und Technikanalyse zielen daher darauf, Entwicklungs- und Anwendungspotentiale neuer Technologien zu identifizieren und mit Hilfe von Orientierungswissen zum rationalen Umgang mit Innovationen beizutragen. Eine weitere Aufgabe von ITA-Analysen besteht darin, politische Handlungsspielräume und -optionen zu benennen. Sinnvoll ist die Untersuchung politischer Gestaltungsmöglichkeiten vor allem in solchen Entwicklungsphasen, in denen die Eigenschaften,

Funktionen und Zielgruppen neuer Technologien noch unbestimmt sind. Innovations- und Technikanalysen können zu diesem Zeitpunkt beispielsweise die Schaffung von Rahmenbedingungen unterstützen, die den Zugang möglichst vieler Bürger zu neuen Technologien anstreben (vgl. BMBF 2001).

Die Untersuchung des Testbetriebs von ENUM entspricht den Kriterien und Zielsetzungen der Innovations- und Technikanalyse in geradezu idealtypischer Weise. Nur selten ergibt sich in der sozialwissenschaftlichen Technikforschung die Chance, die Entstehung eines Artefakts, das heißt seiner Funktionen, seiner konstitutiven Eigenschaften und, wenn man so will, seiner Identität, international vergleichend im Testbetrieb studieren zu können. Der für die ITA-Forschung interessante Aspekt liegt weniger in der technischen Konfiguration, die lediglich eine Erweiterung des Domainnamensystems darstellt, als im Konvergenzcharakter von ENUM. Immerhin zielt der Dienst auch darauf, neben dem Computer ein weiteres Endgerät "internetfähig" zu machen. Das Telefon als Schnittstelle zum Netz dürfte die Nutzerbasis deutlich verbreitern, bringt allerdings auch erhebliche Risiken mit sich.

4. Stand der Forschung

4.1 Neuere Entwicklung in der Technikforschung

Die sozialwissenschaftliche Technikforschung hat in den 90er Jahren einen nachhaltigen konzeptionellen Wandel durchlaufen, der das Verständnis von Technikentwicklung und deren maßgeblichen Einflussgrößen ebenso erfasst hat wie die Ziele der empirischen Technikforschung. Abschied genommen wurde von der Vorstellung, Technik entwickle sich als ein linearer, gewissermaßen "eigenlogischer" und geplanter Prozess, der sich wissenschaftlich prognostizieren und politisch oder ökonomisch wirksam steuern lasse. "Technikentwicklung ist kein linear fortschreitender Prozess von der Wissenschaft über die Technik bis hin zur wirtschaftlichen Anwendung und politisch-rechtlichen Normierung. (...) Selbst die Anwendung wirkt als 'experimentelle Technikimplementation' auf den weiteren Neuerungsprozess zurück." (Rammert 1998: 188) Abschied genommen wird auch von der stillschweigenden Gleichsetzung von Technik mit physischen Artefakten (vgl. Dierkes, Marz & Teele 2001: 286-287.). Die ethnographische Technikforschung treibt die Auflösung des traditionellen Entwicklungsmodells zugunsten prozessualer, "fluiden" Sichtweisen wohl am konsequentesten voran: "Viewed in this way, the study of how new technologies emerge shifts from a focus on invention, understood as a singular event, to an interest in ongoing practices of assembly, demonstration, and performance (...) Making technologies is, in consequence, a practice of configuring new alignments between the social and the material that are both localized and able to travel, stable and

reconfigurable, intelligibly familiar, and recognizable new." (Suchman, Trigg & Blomberg 2002: 164). Die Entstehung von ENUM lässt sich als geradezu idealtypischer Fall zur Illustration dieser Konzeption darstellen. Auch ENUM wirkt zugleich alt bekannt und neu, im funktionalen Kern wohl definiert und doch ohne klare, eindeutige Gestalt.

Es setzt sich die Einsicht durch, dass Innovationen als rekursive Vorgänge betrachtet werden müssen, die durch teils konflikthafte, im Ergebnis jedenfalls unvorhersehbare Aushandlungsprozesse zustande kommen. Grunwald konstatiert in diesem Zusammenhang, dass Technik(folgen)forschung heute alten Planungsideologien abgeschworen hat und sich nun als ein "medium for learning" zu betrachten beginnt: "Far beyond its original function as advice in preparation for decision-making, technology assessment is confronted with many further responsibilities: namely, to assist societal learning processes regarding the development, the societal introduction and the later consequences of technology on a scientific basis (...)" (Grunwald 2002: 36) Technologien werden durch viele Akteure im Rahmen vielfältiger gesellschaftlicher Kontexte geprägt. Für die Technikforschung bedeutet dies, dass sie sich nicht auf einzelne Institutionen, "seien es die Konzerne oder die 'Logik des Kapitals', seien es die Ingenieure und Wissenschaftler oder die sozialen Bewegungen" konzentrieren können, sondern die technikspezifischen Akteursnetzwerke in den Blick nehmen müssen, um "die gleichsam vektoriellen Kräfte im jeweiligen Technologiefeld herauszufinden" (Rammert 1998: 180). Netzwerkansätze finden in wachsendem Umfang Verbreitung in der sozialwissenschaftlichen Technikforschung. Das Spektrum reicht von der "actor network theory" (Law & Hassard 1999) bis zu Castells "network society", in der Informationsflüsse das konstituierende Moment der Gesellschaft darstellen (Castells 1996). Wie Knorr Cetina und Bruegger feststellen, entwickelt sich der Netzwerkbegriff zu einer "notion which covers it all": "As an organizing concept, the notion of a network draws on a powerful convergence of organizational changes, technological developments, and broader cultural transformations (...)" (Knorr Cetina & Bruegger 2002: 391). Eine wesentliche Eigenschaft von Netzwerken bestehe in ihrem transformatorischen Charakter, der das gesamte Ensemble aus sozialen Beziehungen und materiellen Objekten einschließe. "By following circulations", merkt Latour an, liessen sich die Vorgänge innerhalb von Netzwerken besser verstehen als "by defining entities, essences or provinces".

Die steigende Popularität von Netzwerkkonzepten und neuerdings auch auf kollektives oder organisationales Lernen abstellende Erklärungsmodelle (vgl. etwa Weyer *et al.* 1997; Lundvall & Johnson 1994) ruft allerdings auch Kritik hervor. So warnt Dolata vor einem zu harmonischen Verständnis technischen Wandels. Kooperation in der Technikentwicklung finde immer "im Schatten von Wettbewerb und Konkurrenz statt" (Dolata 2001: 49). Zudem bringe der Begriff des Innovationsnetzwerkes nicht

hinreichend zum Ausdruck, dass "ungleich verteilte Ressourcen, Einflussmöglichkeiten und Koordinationsfähigkeiten", kurz: "machtasymmetrische Reziprozitätsbeziehungen und Abhängigkeitsverhältnisse (...) weitaus typischer für technikbezogene Kooperationsbeziehungen und Aushandlungssysteme sind." (Dolata 2001: 44) Je näher die Marktreife einer Technologie rücke, desto stärker träten Konkurrenzmomente in den Vordergrund der Interaktion. Die Integration einzelner theoretischer Versatzstücke aus dem Forschungsfeld des Organisationslernens (vgl. dazu Dierkes *et al.* 2001) birgt überdies die Gefahr in sich, dass überwunden geglaubte Modelle linearer Technikentwicklung hinterrücks als "Lernfortschritte" doch wieder Einzug in die Technikanalyse halten.

Eine wohl unbestreitbare Stärke netzwerkorientierter Konzeptualisierungen von Technikentwicklung besteht jedoch in der verbesserten Identifizierung relevanter Akteurskonstellationen. Augenfällig ist insbesondere die Entdeckung der Nutzer als Partizipatoren in der Technikentwicklung. Bis in die 90er Jahre herrschte ein Verständnis von Nutzern als bloßen Konsumenten bzw. "Opfern" vor, deren Einfluss auf Technik sich weitgehend auf deren Akzeptanz oder Ablehnung beschränkte (vgl. Lundvall 1988). Nachdem zunächst die innovations- und qualitätsfördernde Rolle von "lead users" im Vordergrund stand (Porter 1990), richtet sich das Interesse nun verstärkt auch auf die breite Masse der individuellen Nutzer ("lay users"): "The true economic benefits of a particular technology can only be discovered and understood through sustained use and experimentation by a variety of different users. (...) Importantly, the broader that user base, the wider the range of experimentation will be." (Bar & Riis 2000) Die Funktion der Beziehungen zwischen Herstellern und Nutzern besteht nach Lundvall und Johnson vor allem im Austausch über nutzerseitige Bedürfnisse und technische Möglichkeiten (Lundvall & Johnson 1994).

Ein anderes Bild über die Interaktion zwischen Produzenten und Konsumenten ergibt sich allerdings, wenn man das Feld der Informations- und Kommunikationstechnologie betrachtet. Wie Konrad überzeugend argumentiert, sind die Grenzen zwischen Anwendern und Herstellern in der Informationstechnik häufig fließend: "Wer als Nutzer und wer als Entwickler bzw. Gestalter gilt, ist – gerade bei Informationstechnologien – zumeist nicht absolut, sondern nur relativ zu bestimmen. Ein und dieselben Akteure können je nach Blickwinkel sowohl als Entwickler bzw. Technikgestalter als auch als Nutzer erscheinen" (Konrad 2002: 25). Bar *et al.* führen in diesem Zusammenhang das Beispiel des WorldWideWeb an, dessen Anwendungen fast ausschließlich auf Internetnutzer zurückzuführen seien. Das durch den offenen Zugang zum Internet beförderte "user-driven innovation paradigm" führe zu "rich experimentation by many actors whose ideas had previously been excluded from shaping network evolution." (Bar *et al.* 2001) Diese Einschätzung wird durch die Beobachtungen von Leijten unterstützt, der die Nutzung des WorldWideWeb und dessen Dienste als "source of

innovation with usage-based and usage-driven 'inventions' such as Napster (or in more general terms peer-to-peer computing and networking (...)) darstellt: "Moreover, what the examples also show is that a very specific application can lead to the development of more general platforms (e.g. peer-to-peer networking), which in turn can define the need for new technologies. Recognizing the need for this 'feedback' is about as important as recognizing the trend toward learning by doing because it might very well be an important new way of defining the needs for future systematic research." (Leijten 2002: 78)

In Bezug auf die neuen Kommunikationstechnologien, so scheint es, verliert die klassische Unterscheidung zwischen Produzenten und Konsumenten an Bedeutung. Ein wesentlicher Grund hierfür liegt offenbar in der technischen Umgebung bzw. im speziellen "Milieu" offener Kommunikationsnetze. Das Internet begünstigt die Auflösung distinkter Funktionen oder Rollen in der Technikentwicklung, weil die digitale Technik selbst eine kategoriale Unterscheidung zwischen Entwickler und Anwender, zwischen Anbieter und Konsument nicht vorsieht. Lundvall und Johnson weisen darauf hin, dass user-producer relationships "often involve elements of power and hierarchy, and the direction of the innovations will reflect the dominance of one of the parties." (Lundvall & Johnson 1994: 35) In diesem Sinne lässt sich feststellen, dass die polyzentrische Architektur des Internet die Nutzer mit einer nahezu unbegrenzten Definitionsmacht ausstattet – im deutlichen Gegensatz zu den traditionellen "supply-centric, provider-dominated" Verhältnissen der Telefonwelt, in denen "experimentation was limited to small-scale trials with the options circumscribed and dictated by the supplier." (Bar *et al.* 2001: 441) Daraus ergibt sich die Frage nach der Nutzer-Entwickler-Beziehung bei der Implementierung von ENUM. Werden die Gestaltungsmöglichkeiten der Nutzer eher denen im Internet oder jenen im Telefonnetz ähneln? Folgt man der These von Bar *et al.* und unterstellt, dass die Akteurs- bzw. Machtkonstellationen einen erheblichen Einfluss auf das Innovationspotential des neuen Dienstes ausüben, so muss der Gesetzgeber eigentlich ein Interesse an der Herstellung oder Erhaltung möglichst offener, diskriminierungsfreier Zugangs- und Nutzungsbedingungen gegenüber ENUM haben.

4.2 Regulierung von Kommunikationsinfrastrukturen

Die Diskussion über die Zweckmäßigkeit und die Folgen einer Regulierung des Internet und seiner Dienste hat durch den Einsatz von Breitbandnetzen und die sich abzeichnende Konvergenz mit den Sprachverkehrsnetzen erkennbar an Intensität gewonnen. Umstritten ist sowohl, ob das Internet einer Regulierung bedarf als auch die angemessene Form einer solchen Regulierung. Die Gegner staatlicher Intervention argumentieren, dass eine konsequente Deregulierung und Öffnung der Märkte im öffentlichen Interesse sei, weil durch den Wettbewerb größeres Wachstum und sinkende

Preise realisiert werden könnten (Montana 2002). Staatliche Auflagen gelten demgegenüber als Wachstumsbremse, weil sie Investitionsanreize dämpften (vgl. Bittlingmayer & Hazlett 2002: 299 – 230).

Vor allem in den USA besteht eine erhebliche Skepsis gegenüber der Regulierung von Datennetzen. Dabei beruft man sich auf die Erfahrung, dass der "hands off approach" der amerikanischen Regulierungsbehörde FCC eine wesentliche Ursache für den Erfolg des Internet darstellt. Die "unregulation" des Internet stehe in der Tradition eines "'high tech Hippocratic Oath', der besage, dass der Innovationsdynamik des Internet kein Schaden zugefügt werden dürfe (kritisch dazu: Bar *et al.* 2000).

Neben der markoliberalen Position gibt es jedoch noch weitere Argumente, die gegen eine staatliche Regulierung digitaler Kommunikationsnetze ins Feld geführt werden. Auf der internationalen Ebene sei es bislang nicht gelungen, Konsens für eine Harmonisierung nationaler Kommunikationspolitiken zu erzielen. Auch "regional regulatory blocks" seien mit Problemen konfrontiert: "Considering the model of state oriented communications regulating also expectations that harmonization will take place at the regional level will often be disappointed. (...) But in particular in the communications sector harmonization does not take us far. (...) Legal provisions are often harmonized far too late. The fact that a Council of Europe agreement, for example, has to be negotiated between all member states and then has to be ratified in each member state in a lengthy process implies considerable time lags." (Holznagel & Werle 2002: 18) Darüber hinaus erweise sich, dass im Bereich der technischen Koordination und Standardisierung Organisationsformen und Verfahren entstanden seien, die auch in der Lage seien, regulatorische Aufgaben wahrzunehmen: "Therefore, governments often are well advised to refrain from regulation and provide incentives for self-regulation. (...) the profound lack of international consensus on important regulatory issues leaves governments no choice. They have to support self-regulation in they want an international regulatory framework to be established." (Holznagel & Werle 2002: 18) Diese Auffassung wird auch von Mayer unterstützt, der zu der Auffassung gelangt, "dass das Internet aus einer anderen Welt stammt als derjenigen der ordentlichen, übersichtlichen völkerrechtlichen Verträge und in Genf gelegenen internationalen Organisationen." (Mayer 2002: 96) Entsprechend erfolglos sei die Normensetzung der ITU im Bereich der digitalen Datenübertragung gewesen. Ein weiteres Problem für die staatliche Regulierung erwächst aus dem Umstand, dass die technische Konvergenz eine Annäherung oder gar Verschmelzung regulierungspolitisch unterschiedlich bewerteter Dienste bewirkt: "For example, whilst a film, a song, a railway timetable and a phone conversation may all be carried in a digital form, this does not result in the user treating these different services/activities as interchangeable. In the same way, regulatory approaches to each of these services, whilst potentially based on similar general principles, are likely to continue to be tailored to the specific

characteristics of these different services." (Europäische Kommission 1997) Wie Hoffmann-Riem *et al.* feststellen, besteht nicht einmal Definitionsklarheit darüber, was genau als Dienst anzusehen ist. Die kommunikationsrechtlichen Implikationen dieses Problems werden offensichtlich, wenn über die Anwendung unterschiedlicher Regulierungsregime entschieden werden muss (Hoffmann-Riem *et al.* 2000: 326 – 327.).

Aus diesen Bedenken wird jedoch nicht der Schluss gezogen, Regulierung digitaler Kommunikationsnetze sei generell erfolglos oder nicht wünschenswert. Die Wachstumsdynamik der Kommunikationsnetze, so Arnbak (2000) stelle nicht per se ein Argument gegen ihre Regulierung dar, sondern nur für eine veränderte Vorgehensweise. Die Herausforderung bestünde darin, festzulegen, wie diese künftig reguliert werden sollten (Arnbak 2000).

Die Befürworter staatlicher Eingriffe berufen sich weniger auf prinzipielle als auf inhaltliche Gründe. Ein verbreitetes Argument besagt, dass eine auf Datennetze zugeschnittene Regulierung notwendig sei, weil das Wettbewerbsrecht zu unspezifisch sei, um "bottlenecks" im Zugangsbereich der Kommunikationsnetze wirkungsvoll zu verhindern. So wird eine Gefahr erfasst, dass Netzbetreiber und Serviceprovider die Zugangsbedingungen zur Kommunikationsinfrastruktur, Diensten und Content-Anbietern kontrollieren könnten: "(...) is vital to ensure that market entry by new players is possible so that healthy competition can bring out products and services which will be attractive to consumers. Left to its own devices, the marketplace cannot guarantee that such competition will occur naturally (...) There are ample opportunities for operators and service providers to control the terms of access to particular networks and services in their own interests" (vgl. IPTS 2001: 6f.). Eine maßgebliche Ursache für die Marktmacht der Betreiberunternehmen wird in den noch unvollständig deregulierten Telekommunikationsmärkten erkannt. Staatliche Regulierung sei notwendig, um auszuschließen, dass bestehende Wettbewerbsvorteile zu einer vertikalen Integration von Kommunikationsdiensten ausgebaut werden. Dieses Argument spielt vor allem auch in der amerikanischen Diskussion über den Zugang zu den Kabelnetzen eine große Rolle. Monopole werden von den Befürwortern regulatorischer Maßnahmen als Innovationsblockaden gebrandmarkt, die die offene Struktur des Internet gefährden (vgl. Lemley & Lessig 2001; Bar *et al.* 2000). Die prinzipielle Aufgabe der Kommunikationspolitik sei es daher, "to realize the benefits of the Internet by allowing it to prevail over legacy networks" (Denton 2002).

Auch Fuhrmann plädiert für eine öffentliche Regulierung, um den Wettbewerb und die technische Vielfalt zu wahren: Dem Staat müsse, so das auch demokratietheoretisch bemerkenswerte Argument, "als Hüter verfassungsrechtlicher Garantien an einer technischen Entwicklung gelegen sein, die eine möglichst große Optionsvielfalt für

zukünftige gesellschaftliche Entscheidungen bewahrt. (...) Die durch die Technik gezogenen Korridore sollten nicht enger sein als die durch die allgemeinen Freiheitsrechte eröffneten Räume." (Fuhrmann 2002: 120) Die traditionelle Rolle des Regulierers, die in einer Begrenzung der Macht von Monopolen bestanden habe, so Denton (2002), finde seine neue Form nun in der Aufsicht über die anti-kompetitiven Tendenzen von Softwarearchitekturen der "incumbent cable and telephone monopolies."

Allgemeine Einigkeit scheint darüber zu bestehen, dass die dynamische Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnik einen Wandel der Regulierungsstrategien erforderlich macht. In diesem Zusammenhang ist beispielsweise von "Regulierung der Selbstregulierung" die Rede: "Der Staat beschränkt sich darauf, die Strukturen zu schaffen, die eine Selbstregulierung ermöglichen, und gegebenenfalls in den Regulierungsprozess einzugreifen, wenn und insoweit die Regulierungsziele nicht erreicht werden oder unerwünschte (Neben-)Effekte eintreten." (Hoffmann-Riem *et al.* 2000: 329) Prognostiziert wird, dass im Bereich von Netzbetrieb und Serviceangeboten neue Formen der "public-private self-regulation" an die Stelle klassischer Regulierungsmaßnahmen treten. Die neuen Formen der "Hybridregulierung" zeichnen sich durch eine in der Regel eher schwache Verankerung im Recht und eher weiche, informelle Vereinbarungen aus (Farrell 2002). Die Aufgabe hoheitlicher Akteure bestünde hierbei in der Definition von Gemeinwohlinteressen, die als Gestaltungsziele in Frage kommen (Fuhrmann 2002: 129). Insgesamt werde sich die Rolle des Gesetzgebers in Zukunft eher auf prozedurale anstatt auf substantielle Rechtsetzung konzentrieren (Holznagel & Werle 2002: 20 – 21).

Diese Aufgabe der Formulierung von Rahmenbedingungen ist keineswegs anspruchlos und wirft die Frage nach der "Tauglichkeit" bestehender Steuerungsinstrumente auf. Hoffmann-Riem *et al.* erinnern vor diesem Hintergrund an die Forderung nach mehr Transparenz in den Regelsetzungsprozessen. Darüber hinaus verweisen sie auf die angelsächsische Praxis der "Einbeziehung der Öffentlichkeit in Regelungsprozesse", um "Normen zu optimieren, die Akzeptanz zu erhöhen und öffentliche Aufmerksamkeit für die Regelbefolgung zu erreichen." (Hoffmann-Riem *et al.* 2000: 330) Weiß- und Grünbücher sowie öffentliche Anhörungen sind Beispiele für die Integration der Öffentlichkeit, die auch auf EU-Ebene zum Einsatz kommen. In diesem Zusammenhang ist daran zu erinnern, dass einige europäische Länder öffentliche Konsultationen zu ENUM veranstaltet haben. Dass nur wenige Unternehmen und zivilgesellschaftliche Organisationen die Möglichkeit zur Stellungnahme genutzt haben, mag auch darauf zurückzuführen sein, dass es sich außerhalb des angelsächsischen Raums um ein wenig bekanntes Verfahren handelt.

4.3 ENUM und Internettelefonie

Wie Cannon feststellt, markiert die Einführung von ENUM entweder die Konvergenz oder die Kollision zwischen dem Telefonnetz und dem Internet (Cannon 2001). Der Gedanke, ENUM und die Internettelefonie könnten einen "Culture Clash" zwischen Datennetz und Telefonwelt provozieren, wird auch von anderen Beobachtern geteilt. In einem Bericht des US-National Research Council (2001: 154) heißt es zur Beziehung zwischen den beiden Kommunikationsarchitekturen: "The PSTN [Public switched telephone network, J. H.], for example, with its more centralized architecture, reflects a world view different from that of the Internet, with its more distributed design. The limits imposed by technology are typically less confining than the limits that are self-imposed by the designers or architects; in practice, therefore, world view is often the more powerful driver of architecture (...) The course of IP and Internet telephony will be determined in part by the organizational and cultural factors at work in the two historically separate technical communities: those responsible for the PSTN and the Internet: those responsible for the PSTN and the Internet." (National Research Council 2001: 163) Aus Sicht des National Research Councils sind es folglich nicht in erster Linie die divergierenden Netzarchitekturen, sondern die darin eingelassenen "Weltsichten", die über die Konvergenz- oder Kollisionsentwicklung bestimmen.

Eine maßgebliche Rolle unter den angesprochenen kulturellen Faktoren spielen die Kontrolle über die Anwendungen und in engem Zusammenhang hiermit die Rolle der Nutzer. Wie Huston ausführt, gewinnen die Endnutzer im Rahmen der Internettelefonie mehr Einfluss auf die Gestaltung des Services als im traditionellen Telefonnetz: "A key benefit (...) is that service creation becomes a function of the edge and not the network. What were seen as telephone network functions such as no answer and busy redirect, call forwarding, number translation, and conference calls can all be implemented as edge applications driven by user scripts (...) Service creation and signalling are slipping away from the hands of the network operators into the hands of enterprises and eventually consumers (...)" (Huston 2002: 20) Wenn Schlüsselfunktionen an den Enden der Netze implementiert werden, so auch Clark, sind diese der Kontrolle der Telefonindustrie entzogen. Internettelefonie "becomes a service built out of software purchased by the consumer, operating over a general (e.g. Internet) communications infrastructure that is independent of application." (Clark 1997: 22) Sollte der "primitive end-node" des Telefonnetzes, das Telefon, tatsächlich ausgedient haben und nach und nach durch Computer verdrängt werden, wäre eine voranschreitende vertikale Desintegration im Telekommunikationsbereich die Folge (Clark 1997). Je nach rechtlicher und technischer Ausgestaltung von ENUM könnte es folglich zu einer Entkopplung der Leitungsinfrastruktur vom Dienstangebot kommen (Hwang *et al.* 2001).

Die Kulturunterschiede zwischen den Netzarchitekturen, so lautet eine verbreitete Annahme, werden zu Problemen bei der regulatorischen Einbettung von ENUM in die nationalen Telekommunikationspolitiken führen. Umstritten ist zunächst, ob und in welchem Umfang ENUM der Regulierung bedarf. So ist Cannon der Auffassung, Telefonnummern und ENUM-Nummern seien nicht dasselbe, die Bedeutung einer Nummer hänge vielmehr vom Kontext ab: "An ENUM number is a token used to access a database. Transferring a numerical string from one context to another does not likewise transfer the rules and regulations of the original context." (Cannon 2001) Praktisch relevant werden diese Fragen im Hinblick auf die Rechte an der ENUM Datenbasis und damit zusammenhängend die (reklamierte) Zuständigkeit der nationalen Regulierungsbehörden. Im Gegensatz zu Cannon, der gegen staatliche Monopole in der Administration von ENUM argumentiert, spricht sich McTaggart für eine internationale "public policy" aus, die sowohl die Verwaltung der Netzinfrastruktur als auch die ENUM Datenbasis umfasst: "To the extent that the dominant trends in computer and communication technology appear to be towards unified, global, multiservice communications platforms, then the associated public policy regimes should similarly strive for unity, both in policy and authority." (McTaggart 2001: 3) Ungeklärt bleibt freilich, auf welcher konzeptionellen Grundlage (vgl. dazu Hoffmann-Riem *et al.* 2000) und mit welchen politischen Zielen die nationalen Regulierungsregime international verschmolzen werden sollen.

Ein weiterer, regulierungspolitisch relevanter Streitpunkt dreht sich um die Frage des Datenschutzes. Früher habe eine Telefonnummer die entsprechende Buchse in der Wand identifiziert, an die ein Telefon angeschlossen war. Seit einiger Zeit setze sich nun die Tendenz durch, dass Telefonnummern stattdessen den Apparat selbst kennzeichnen und auf diese Weise direkter mit den individuellen Nutzern assoziierbar werden. ENUM verstärke diesen Trend und erweitere die Sammlung individueller Kommunikations- und Bewegungsdaten: "ENUM would therefore carry much further the trend towards the strangulation of rights to anonymous and pseudonymous speech, and to concealment of one's location." (Clarke 2002) Huston teilt diese Befürchtung: "Enum can be seen as yet another erosion of personal privacy on the Internet. It can be viewed as one more step toward the use of single individual digital identities that could be used to track individuals within the Internet." (Huston 2002: 22) Während einige Beobachter diesen Einwänden durch eine "Opt in"-Regelung ausreichend Rechnung getragen sehen, prophezeien andere, dass ENUM aufgrund der Datenschutzprobleme am Markt scheitern könnte. Eine Rolle spielt in diesem Kontext auch die Gefahr, dass die Datenmengen, die ENUM generiert oder zumindest öffentlich zugänglich macht, für Zwecke unerwünschter Werbung oder gar Identitätsdiebstähle missbraucht werden könnten: "The success of ENUM (...) will rely on millions of individuals being willing and enthusiastic about entering their details and maintaining their accuracy. Central to this will be confidence in the security and privacy of the records. If, as might happen,

they are the subject of identity theft, of yet more junk mail or are the basis for slamming, then the system will quickly be brought into disrepute and fail." (INTUG 2001) Obwohl Konvergenztechnologien wie ENUM gute Zukunftsaussichten vorausgesagt werden, scheint der Erfolg von ENUM zumindest bei den individuellen Nutzern also noch offen zu sein. Zusammengefasst lässt sich bilanzieren, dass die Einführung von ENUM eine Reihe ungeklärter Fragen berührt, die über die Technik im engeren Sinne hinausreichen. Dies betrifft insbesondere die kulturelle und regulierungspolitische Verschmelzung zweier unterschiedlicher Kommunikationsarchitekturen und im Zusammenhang damit die Rolle und den Einfluss der Endnutzer auf die konkreten Einsatzbedingungen von ENUM.

5. Vorarbeiten des Antragstellers

5.1 Internetforschung

Die Untersuchung über ENUM im Testbetrieb schließt an ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördertes Forschungsprojekt des Antragstellers über die Entwicklung des Domainnamensystems an (Hofmann & Dierkes, Ms.). Gegenstand dieses Projekts war die Einführung neuer Top Level Domains und die Analyse ihrer Auswirkungen auf das Domainnamensystem (DNS). Parallel zur Studie über das DNS hat der Antragsteller ein Forschungsprojekt über Willensbildungsprozesse in der Netzadministration am Beispiel der Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN) geleitet (Hofmann 2002). Da ENUM eine Erweiterung des Domainnamensystems darstellt, kann auf die technischen und operativen Vorkenntnisse aus den vorangegangenen Projekten zurückgegriffen werden.

Den konzeptionellen und methodischen Grundstein für die Untersuchungen im Bereich der Netzinfrastruktur hat die Projektgruppe Kulturraum Internet gelegt. Die zwischen 1994 und 1998 bestandene und vom Antragsteller geleitete Projektgruppe gehörte zu den ersten sozialwissenschaftlichen Forschungsgruppen in Deutschland, die sich mit dem Internet beschäftigten. Im Mittelpunkt der Forschung stand die Frage nach den technischen, sozialen und kulturellen Regeln, die das Internet konstituieren und seine Entwicklungsdynamik prägen (Helmers, Hoffmann & Hofmann 1996; 1998). Die Untersuchung der Konstitutionsprinzipien des Netzes stützte sich überwiegend auf die Dienste und Informationsquellen des Internets selbst. Mailinglisten und Newsgroups, zwei internettypische, verteilte Kommunikationsdienste, fungierten als wichtige Forschungsquelle (vgl. Hoffmann 1997; Hofmann 1999a).

Bestimmend für den Untersuchungsansatz der Projektgruppe war eine interdisziplinäre Vorgehensweise, die ethnographische Methoden mit techniksoziologischen Konzepten

und politikwissenschaftlichen Fragestellungen verknüpfte. Die Techniknähe des Forschungsansatzes ermöglichte es, an der Netzarchitektur des Internet selbst aufzuzeigen, dass die Konfiguration von Kommunikationsnetzen nicht nur konkrete Folgen für die Nutzung hat, sondern ihrerseits Ausdruck gesellschaftlicher und politischer Rahmenbedingungen ist (vgl. Hoffmann & Hofmann 2001; Hofmann 1999b). Die Untersuchung der Netzinfrastruktur unter Berücksichtigung institutioneller Willensbildungs- und Entscheidungsprozesse hat sich zu einem interdisziplinären Forschungsansatz entwickelt, der die konzeptionellen und empirischen Arbeiten des Antragstellers im Bereich der Technikgenese reflektiert.

5.2 Technikgeneseforschung

Das zentrale Anliegen des Technikgeneseansatzes bestand darin, neue Erkenntnisse über die Gestaltungspraxis in der Technikentwicklung zu gewinnen (Dierkes 1993). Bestimmend war hierbei die Annahme, dass technischer Wandel nicht mehr als ein von der Gesellschaft losgelöster, durch eine eigene Logik vorangetriebener Prozess betrachtet werden kann (Dierkes & Knie 1997). Der spezifische Beitrag der Technikgeneseforschung am Wissenschaftszentrum bestand darin, die in Deutschland neu entstehende Technikgeneseforschung mit dem Leitbildkonzept zu verbinden (Dierkes, Hoffmann & Marz 1992; vgl. auch Hellige 1996). Die Einführung des Leitbildbegriffs in die sozialwissenschaftliche Technikforschung zielte darauf, die bestehende Kluft zwischen der Untersuchung gesellschaftlicher Zusammenhänge und der Entwicklung technischer Artefakte zu schließen (Marz & Dierkes 1993). Leitbilder, verstanden als kollektive gesellschaftliche Sinnzusammenhänge, wurden als Element identifiziert, das dazu beiträgt, soziale wie auch kognitive Selektions- und Schließungsprozesse in der Entstehung von Artefakten zu organisieren.

5.3 Forschung zur Technikfolgenabschätzung

Den konzeptionellen Grundstein für die Technikgenese- und daraus hervorgehende Internetforschung bildet die Technikfolgenabschätzung, an deren Etablierung in Deutschland der Antragsteller wesentlich mitgewirkt hat. Stärker als die Technikgeneseforschung zielt die TA-Forschung auf die Generierung unmittelbar handlungsorientierten Wissens. So war die TA-Forschung zunächst als ein politikbezogenes Informationsinstrument konzipiert, das direkt praktischen Erkenntnis- und Handlungsinteressen dienen sollte. Methodisch war die TA-Forschung von Beginn an multidisziplinär angelegt, da eine differenzierte und systematische Abschätzung der möglichen Folgen der Einführung und der Anwendung einer Technologie, die unterschiedlichsten Auswirkungsbereiche berücksichtigen muss (Dierkes 1982). Voraussetzung einer solch umfassend angelegten Forschungsperspektive ist die Integra-

tion natur-, technik- und sozialwissenschaftlicher Wissensbestände und Methoden in die TA-Forschung (Dierkes & Hähner 1999).

Rückblickend betrachtet erweist sich die TA-Forschung als Ausgangspunkt für die Entfaltung eines breiten Spektrums unterschiedlicher technikbezogener Forschungsstränge. Neben der Technikgeneseforschung, die die Prägephase einer Technologie in den Mittelpunkt stellt (vgl. Dierkes 1988), sind hier insbesondere auch organisationskulturelle (vgl. Marz & Dierkes 1994; Dierkes 1992) und lernorientierte Ansätze (Dierkes, Marz & Teele 2001) zu erwähnen.

Die Untersuchung von ENUM kann somit auf ein breites Spektrum (kommunikations-) technikbezogener Forschungserfahrungen zurückgreifen. Ergänzt wird dieses durch politikwissenschaftliche Kompetenzen im Bereich der Technologiepolitik (Hofmann 1993), der technischen Standardsetzung (vgl. Hofmann 1998) und der Verwaltung der Netzinfrastruktur (Hofmann 2000).

6. Forschungsprogramm: Untersuchungsdesign, Arbeits- und Zeitplan

6.1 Untersuchungsdesign

Im Mittelpunkt der Untersuchung steht der gegenwärtig stattfindende Testbetrieb von ENUM in Deutschland. Obwohl sich der Zugang zum Feld problemlos gestaltet, zu allen beteiligten Akteuren bereits Arbeitskontakte bestehen und das Untersuchungsvorhaben allgemein bekannt ist, ist die Begleitforschung des Feldversuches doch mit mehreren Unsicherheiten konfrontiert. Diese betreffen das Aktivitätsniveau der Teilnehmer, die genaue Laufzeit und die Resultate des Testbetriebs. So lässt sich derzeit nicht exakt abschätzen, in welchem Umfang Unternehmen in Deutschland partizipieren werden, und ob der Feldversuch innerhalb der Laufzeit des Untersuchungsvorhabens tatsächlich abgeschlossen wird. Es ist daher eine gewisse Flexibilität im Hinblick auf den Ablauf und die Anlage der Analyse notwendig. Diese Flexibilität kann durch den vorgesehenen Vergleich mit anderen Feldversuchen zu ENUM erreicht werden.

Beabsichtigt ist, ausgewählte Feldversuche aus anderen Ländern in vergleichender Weise in die Untersuchung mit einzubeziehen. Die endgültige Auswahl der Länder soll erst nach Sichtung der verfügbaren Dokumente getroffen werden. Auswahlkriterien bilden die Gestaltung und der jeweilige Fortschritt der einzelnen Feldversuche. Nach dem Stand der Dinge werden Österreich, Großbritannien und möglicherweise die USA als Vergleichsfälle herangezogen (In den USA hat der Testbetrieb allerdings noch nicht begonnen). Ziel des Vergleichs ist die Ermittlung der Gestaltungsspielräume bei der Implementation von ENUM. Ferner ist beabsichtigt, die Anlage der Feldversuche, ihre

Zielsetzungen, Akteurskonstellationen, Testbereiche und -verläufe im Zusammenhang mit den letztendlichen Ergebnissen, vergleichend zu diskutieren. Es ist vorgesehen, den Vergleich mit Hilfe eines Satzes von Indikatoren durchzuführen. Diese Indikatoren werden auf der Basis der Dokumentenanalyse entwickelt.

6.2 Erhebungsmethoden

Wie im Kapitel zum aktuellen Forschungsstand bereits sichtbar wurde, gibt es zur Entwicklung und zum Einsatz von ENUM bislang nur sehr wenig akademische Literatur. Im Gegensatz dazu besteht eine große, stetig wachsende Anzahl an Primärquellen. Dazu zählen Diskussions- und Empfehlungsdokumente verschiedener Standardisierungsorganisationen sowie Berichte und Protokolle im Zusammenhang mit den einzelnen Feldversuchen. So genannte Linklisten auf verschiedenen ENUM gewidmeten Webseiten geben einen Überblick über die Aktivitäten der beteiligten Organisationen und erleichtern zugleich den Zugang zu neuen Primärquellen.

Die Dokumentenanalyse stellt eine der drei Säulen in der Datenerhebung dar. Vor allem die Vergleichsdimension der Untersuchung wird sich in hohem Umfang auf die verfügbaren Berichte über die nationalen Trials stützen. Die Auswertung dieser Berichte ermöglicht es, nationale Unterschiede im Hinblick auf die Zielsetzungen, die beteiligten Akteure und Gegenstandsbereiche der Tests zu ermitteln.

Eine zweite Säule in der Datenerhebung bildet die Auswertung von Mailinglisten. Mit diesem Verfahren wurden bereits in vorangegangenen Forschungsprojekten über das Domainnamensystem und die Entwicklung des Internet Protokolls IPv6 sehr gute Erfahrungen gesammelt. Mailinglisten sind in der Regel öffentliche Diskussionsforen, die Experten zum Meinungsaustausch, aber auch zur kollektiven Erarbeitung (technischer) Problemlösungen dienen. Die Beiträge der Subskribenten werden zumeist archiviert, so dass sie auch zu einem späteren Zeitpunkt der Auswertung zur Verfügung stehen. Ein Beispiel für eine auszuwertende Mailingliste stellt das im Internet archivierte Diskussionsforum der Arbeitsgruppe in der Standardisierungsorganisation IETF dar. Im Zusammenhang mit den Trials sind in einigen Ländern ebenfalls Mailinglisten eingerichtet worden. Die Verfolgung der Diskussionen auf diesen Listen erlaubt eine Beobachtung der Trials zumindest in begrenztem Umfang.

Ergänzend zur Beobachtung des Testbetriebs durch Mailinglisten sind Expertengespräche vorgesehen. Der notwendige Umfang von Expertengesprächen, hängt, wie sich in der Untersuchung des Domainnamensystems klar gezeigt hat, wesentlich von der Diskussionsfreudigkeit in öffentlichen Foren ab. Bei der äußerst kontroversen Einführung neuer Top Level Domains nutzten die Kontrahenten eine Vielzahl von öffentlichen Mailinglisten und Konferenzen, um ihre Standpunkte bekannt

zu machen und zu verteidigen. Die Experteninterviews hatten aus diesem Grund eine eher nachrangige Bedeutung in der Datenerhebung. Anders als das DNS bildet ENUM einen eher unbekannten Untersuchungsgegenstand, dessen Marktreife und gesellschaftliche Durchdringung noch bevorsteht. Es ist daher davon auszugehen, dass öffentliche Diskussionsforen eine geringere und Expertengespräche eine entsprechend größere Rolle in der Datenerhebung spielen werden. Expertengespräche sollen unter anderem geführt werden mit

- den Organisationen, die die nationalen Datenbanken für ENUM-Nummern verwalten (DENIC in Deutschland; NIC AT in Österreich; ICB, Neustar und Nominet in Großbritannien),
- mit RIPE, der administrativen Instanz für e164.arpa,
- den Standardisierungsgremien in der ITU und der IETF,
- der Regulierungsbehörde,
- sowie Unternehmen, die sich am Testbetrieb beteiligen.

Eine gute Gelegenheit zur Führung von Expertengesprächen stellen Tagungen dar. Die Teilnahme an Fachtagungen hat sich aus zwei Gründen als unabdingbare, dritte Säule in der Feldforschung erwiesen. Zum einen stellen Tagungen ein wichtiges Forum für die Kontaktaufnahme und die Führung von Interviews dar. Zum anderen vermittelt die Teilnahme an Tagungen Aufschluss über die soziale und kulturelle Konfiguration von Policy-Netzen, die im Rahmen von Einzelgesprächen versperrt blieben.

7. Literaturverzeichnis

- APF [Australian Privacy Foundation] (2002) Submission to A.C.A. re ENUM [<http://www.privacy.org.au/Papers/SubmnACA021102.html>] (13.02.03).
- Arnbak, Jens (2000) Regulation for Next Generation Technologies and Markets, in: *Telecommunication Policy*, 24, 6/7
- BAKOM [Bundesamt für Kommunikation] (2002) Konsultation der interessierten Kreise über ENUM – E.164-Nummern im System der Domain-Namen [www.bakom.ch] (11.02.03).
- Bar, Francois & Annemarie Munk Riis (2000) Tapping User-Driven Innovation: A New Rationale for Universal Service, in: *The Information Society*, 16, 1-10.
- Bar, Francois, Stephen Cohen, Peter Cowhey, Brad DeLong, Michael Kleeman, John Zysman (2001) The Next-Generation Internet: Promoting Innovation and User-Experimentation, in: The BRIE-IGCC E-economy Project Task Force on the Internet (Hg.) *Tracking a Transformation: E-commerce and the Terms of Competition in Industries*, Washington, DC, Brookings, 435 – 473.
- Bar, Francois, Stephen Cohen, Peter Cowhey, Brad DeLong, Michael Kleeman, John Zysman (2000) Access and innovation policy for the third-generation internet, in: *Telecommunication Policy*, 24, 6/7, 489 – 518.
- Bijker, Wiebe (1995) *Of Bicycles, Bakelites and Bulbs. Toward a Theory of Sociotechnical Change*, Cambridge, MIT Press.
- Bittlingmayer, George & Thomas W. Hazlett (2002) 'Open access: the idea and the real, in: *Telecommunications Policies*, 26, 295 – 310.
- BMBF [Bundesministerium für Bildung und Forschung] (Hg.) (2001) Innovations- und Technikanalyse – Zukunftschancen erkennen und realisieren, Bonn.
- Borthick, Sandra (2002) SIP Services: Slowly Rolling Forward, in: *Business Communications Review*, 22 – 27. [<http://www.bcr.com/bcrmag/2002/06/p22.asp>] (06.08.02).
- Cannon, Robert (2001) ENUM: The Collision of Telephony and DNS Policy, [<http://www.arxiv.org/ftp/cs/papers/0110/0110018.pdf>].
- Castells, Manuel (1996) *The Rise of the Network Society*, New York, Harper.
- Clark, David, D. (1997) A Taxonomy of Internet Telephony Applications, Ms., [itel.mit.edu/itel/pubs/dde.tprc97.pdf]
- Clarke, Roger (2002) ENUM - A Case Study in Social Irresponsibility [<http://www.anu.edu.au/people/Roger.Clarke/DV/enumISOC02.html>] (13.02.03).
- Denton, Timothy (2002) Protocol Interfaces are the new bottlenecks: What the Internet means for telecom regulation (Ms.) [<http://www.tmdenton.com/Speeches/Protocol%20Interfaces%20are%20the%20new%20bottlenecks.doc>].
- Dierkes, Meinolf (1993) *Die Technisierung und ihre Folgen. Zur Biographie eines Forschungsfeldes*, Berlin, edition sigma.
- Dierkes, Meinolf (1982) Perspectives for Technology Assessment, in: European Association for Research and Development in Higher Education (Hg.), Report on Research and Development in European Higher Education, Federal Republic Germany, Frankfurt/Main, 82-156.
- Dierkes, Meinolf (1992) Leitbild, Lernen und Unternehmensentwicklung. Wie können Unternehmen sich vorausschauend veränderten Umfeldbedingungen stellen?, in:

- Camilla Krebsbach-Gnath (Hg.), Den Wandel in Unternehmen steuern, Frankfurt/Main, FAZ, 19-36.
- Dierkes, Meinolf & Andreas Knie (1997) Technikgeneseforschung in der Warteschleife?, in: Meinolf Dierkes (Hg.), *Technikgenese. Befunde aus einem Forschungsprogramm*, Berlin, edition sigma, 7 – 13.
- Dierkes, Meinolf (1988) Organisationskultur und Leitbilder als Einflussfaktoren der Technikgenese. Thesen zur Strukturierung eines Forschungsfeldes, Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung, Mitteilungen, 3, 49-62.
- Dierkes, Meinolf & Kathrin Hähner (1999) Konzeptentwicklung von Technikfolgenabschätzung: Rückblick und Ausblick, in: Thomas Petermann & Reinhard Coenen (Hg.), *Technikfolgen-Abschätzung in Deutschland. Bilanz und Perspektiven*, Frankfurt/Main, Campus, 97-113.
- Dierkes, Meinolf, Lutz Marz & Casey Teele (2001) Technological Visions, Technological Development, and Organizational Learning, in: Dierkes, Meinolf, Ariane Berthoin Antal, John Child & Inkujiro Nonaka (Hg.) *Handbook of Organizational Learning and Knowledge*, Oxford, Oxford University Press, 283 – 301.
- Dierkes, Meinolf, Ute Hoffmann & Lutz Marz (1992) Leitbild und Technik. Zur Genese und Steuerung technischer Innovationen, Berlin, edition sigma.
- Dierkes, Meinolf, Ariane Berthoin Antal, John Child & Inkujiro Nonaka (Hg.) (2001) *Handbook of Organizational Learning and Knowledge*, Oxford, Oxford University Press.
- DOC [Department of Commerce] (2003) Letter from Assistant Secretary of Commerce Nancy J. Victory to Ambassador David A. Gross, U.S. Coordinator for International Communications and Information Policy
[http://www.ntia.doc.gov/ntiahome/ntiageneral/enum/enum_02122003.htm]
(14.02.03).
- Dolata, Ulrich (2001) Risse im Netz – Macht, Konkurrenz und Kooperation in der Technikentwicklung und –regulierung, in: Georg Simonis, Renate Martinsen & Thomas Saretzki (Hg.) *Politik und Technik, PVS Sonderheft 31/2000*, 37 – 54.
- Dolderer, Sabine (2002) Validierung von Rufnummern im Rahmen des ENUM Betriebs
[<http://www.denic.de/enum/Rufnummern-Validierung.pdf>] (20.02.03).
- EPIC (2002) EPIC Comments on Privacy Issues in 6000_0_8 - ENUM Forum 11-01-02
[<http://www.epic.org/privacy/enum/enumcomments11.02.html>] (20.02.03).
- Ermert, Monika (2003) ENUM für Endkunden, in: *c't*, 2,
[<http://www.heise.de/ct/03/02/026/>] (14.02.03).
- ETSI [European Telecommunications Standards Institute] (2002) ENUM Administration in Europe, ETSI TS 102 051 V1.1.1.
[[http://www.ofcom.ch/imperia/md/content/english/telecomdienste/numbering/2002_07-ETSISPAN11-ENUMAdministrationinEurope\(TS102051v1.1.1\).pdf](http://www.ofcom.ch/imperia/md/content/english/telecomdienste/numbering/2002_07-ETSISPAN11-ENUMAdministrationinEurope(TS102051v1.1.1).pdf)] (7.2.03).
- Europäische Kommission (1997) Green Paper on the Convergence of the Telecommunications, Media and Information Technology Sectors, and the Implications for Regulation towards an Information Society Approach [Green Paper on the Regulatory Implications], Com(97)623.
- Faltstrom, Patrick (2000) E.164 number and DNS, RFC 2916.
- Farrell, Henry (2002) Hybrid Institutions and the Law: Outlaw Arrangements or Interface Solutions?, in: *Zeitschrift für Rechtssoziologie* 23, 1, 25 – 40.
- Fassett, Ray (2002) How can ENUM become a global utility?
[<http://www.enum.info/index.htm>] (12.02.03).
- Fassett, Ray (2003) The Global ENUM Matrix

- [<http://www.enum.info/ENUM%20Matrix.htm>] (12.02.03).
- Fuhrmann, Heiner (2002) "Technikgestaltung als Mittel zur rechtlichen Steuerung im Internet", in: *Zeitschrift für Rechtssoziologie* 23, 1, 115 – 130.
- Grunwald, Armin (2002) Technology Assessment for Shaping e-Society, in: Gerhard Banse, Armin Grunwald & Michael Rader (Hg.) *Innovations for an e-Society*; Berlin, edition sigma, 27 – 42.
- Hellige, Hans Dieter (1996) (Hg.) *Technikbilder auf dem Prüfstand*, Berlin, edition sigma.
- Helmers, Sabine, Ute Hoffmann & Jeanette Hofmann (1998) Internet... The Final Frontier: Eine Ethnographie. Schlußbericht des Projekts "Interaktionsraum Internet. Netzkultur und Netzwerkorganisation", WZB Discussion Paper FS II 98-112.
- Hoffmann, Ute (1997) 'Imminent Death of the Net Predicted!' Kommunikation am Rande der Panik, in: Barbara Becker & Michael Paetau (Hg.), *Virtualisierung des Sozialen. Informationsgesellschaft zwischen Fragmentierung und Globalisierung*, Frankfurt, Campus, 223 – 256.
- Hoffmann, Ute & Jeanette Hofmann (2001) Monkeys, Typewriters and Networks – Das Internet im Lichte der Theorie akzidentieller Exzellenz, in: Ariane Berthoin Antal & Camilla Krebsbach-Gnath (Hg.) *Wo wären wir ohne die Verrückten?*, Berlin edition sigma, 119 – 140.
- Hoffmann-Riem, Wolfgang, Wolfgang Schulz & Thorsten Held (2000) Anforderungen an die IKM-Regulierung angesichts der Konvergenz – eine Strukturierung des Problemfelds, in: Herbert Kubicek et al (Hg.) *Global @ home, Jahrbuch Telekommunikation und Gesellschaft 2000*, 323 – 336.
- Hofmann, Jeanette (unter Mitarbeit von Jessica Schattschneider) (2002) Verfahren der Willensbildung und Selbstverwaltung im Internet – Das Beispiel ICANN und die At-Large Membership, WZB Discussion Paper, FS II 02-109.
- Hofmann, Jeanette (2000) Und wer regiert das Internet? – Regimewechsel im Cyberspace, in: Herbert Kubicek et al., *Jahrbuch Telekommunikation und Gesellschaft 2000*, Heidelberg, R. v. Decker, 67 – 78.
- Hofmann, Jeanette (1999a) Let A Thousand Proposals Bloom – Mailinglisten als Forschungsquelle, in: Bernard Batinic et al. (Hg.), *Online Research*, Göttingen, Hogrefe, 179 – 199.
- Hofmann, Jeanette (1999b) Der Erfolg offener Standards und ihre Nebenwirkungen, in: *Telepolis*, [<http://www.heise.de/tp/deutsch/special/wos/6453/1.html>] (19.03.03).
- 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 & Meinolf Dierkes (Ms.) Die Regulierung des Domainnamensystems – Entscheidungsprozesse und gesellschaftliche Auswirkungen der Einführung neuer Top Level Domains, Ms., [http://duplox.wz-berlin.de/people/jeanette/texte/Endbericht_Regulierung_des_DNS.pdf].
- Holmes, Toni & Mark McFadden (2001) "ENUM – Its potential and some issues"; Vortrag auf dem ICANN meeting in Montevideo [<http://cyber.law.harvard.edu/icann/montevideo/archive/pres/enum.html>] (16.08.02).
- Holznagel, Bernd & Raimund Werle (2002) " Sectors and Strategies of Global Communications Regulation, in: *Zeitschrift für Rechtssoziologie* 23, 1, 3 – 23.
- Huston, Geoff (2002) ENUM – Mapping the E.164 Number space into the DNS, in: *The Internet Protocol Journal*, July.

- Hwang, Junseok, Milton Mueller, Gunyoung Yoon & Joonmin Kim (2001) Analyzing ENUM Service and Administration from the Bottom Up: The addressing system for IP telephony and beyond, Ms. [<http://arxiv.org/pdf/cs.CY/0109044.>] (18.03.03).
- INTUG [International Telecommunications Users Group] (2001) Instant Messaging and ENUM – An INTUG position paper, 2001/06 [http://www.intug.net/views/IM_ENUM.html] (17.03.03).
- IPTS [Institute for Prospective Technological Studies] (2001) Future Bottlenecks in the Information Society, EUR 1997 EN [<http://www.jrc.es/FutureBottlenecksStudy.pdf>].
- ITU-TSB (2002) Global Implementation of ENUM: A Tutorial Paper [www.itu.int/itudoc/itu-t/workshop/enum/004.html] (14.08.02).
- Klensin, John C. "The History and Context of Telephone Number Mapping (ENUM) Operational Decisions: Informational Documents Contributed to ITU-T Study Group 2 (SG2), RFC 3245.
- Knorr Cetina, Karin & Urs Bruegger (2002) Inhabiting Technology: The Global Lifeform of Financial Markets, in: *Current Sociology*, 50, 3, 389 – 405.
- Konrad, Kornelia (2002) *Zwischen schmalen Pfaden und offenen Horizonten – Zur Dynamik von Erwartungen und Szenarien in Technisierungsprozessen am Beispiel von Multimedia*; Inauguraldissertation, Technische Universität Darmstadt.
- Latour, Bruno (1997) On Recalling ANT, Keynote Speech, 'Actor Network and After' Workshop, Keele University.
- Law, John & John Hassard (Hg.) (1999) *Actor Network Theory and After*, Oxford, Blackwell.
- Leijten, Jos (2002) Public Experimentation for Information Society Innovations, in: Gerhard Banse, Armin Grunwald & Michael Rader (Hg.) *Innovations for an e-Society*, Berlin, edition sigma, 67 – 90.
- Lemley, Mark & Lawrence Lessig (2001) The end of end-to-end: Preserving the architecture of the Internet in the broadband era, *UCLA Review*, 48, 4, 925 – 972.
- Lundvall, Bengt-Ake (1988) Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation, in: Giovanni Dosi (Hg.): *Technology and Economic Theory*, Pinter Publishers, London, 347 – 369
- Lundvall, Bengt-Ake & B. Johnson (1994) The Learning Economy, in: *Journal of Industry Studies*, 1, 2, 23 – 42.
- Marz, Lutz & Meinolf Dierkes (1994) Leitbildprägung und Leitbildgestaltung (Zum Beitrag der Technikgenese-Forschung für eine prospektive Technikfolgen-Regulierung), in: Gerhard Bechmann & Thomas Petermann (Hg.), *Interdisziplinäre Technikforschung. Genese, Folgen, Diskurs*, Frankfurt/Main, Campus, 35 – 71.
- Marz, Lutz & Meinolf Dierkes (1993) Leitbildprägung und Leitbildgestaltung – Zum Beitrag der Technikgenese-Forschung für eine prospektive Technikfolgen-Regulierung, in: *Verbund sozialwissenschaftlicher Technikforschung*, 10, Bremen, 95-135.
- Mayer, Franz C. (2002) "Das Internet, das Völkerrecht und die Internationalisierung des Rechts", in: *Zeitschrift für Rechtssoziologie*, 23, 1, 93 – 114.
- McTaggart, Craig (2001) E Pluribus ENUM: Unifying International Telecommunications Networks and Governance, Ms., prepared for the 29th Conference on Information, Communication, and Internet Policy, 27 – 29 October [<http://arxiv.org/abs/cs.CY/0109091>].
- Michael, Bill (2001) "The Politics of Naming – On the road to ENUM: competition and complexity", in: *Communications Convergence* (07.08.01) [<http://www.cconvergence.com/article/CTM20010710S0001>].

- Montana, Shaun P. (2002) An Approach to the International Regulatory Issues of IP Telephony, in: *Boston University Journal of Science & Technology Law*, 8, 2.
- National Research Council (2001) *The Internet's Coming of Age*, Washington, National Academy Press.
- Pinch, Trevor & Wiebe Bijker (1984) The Social Construction of Facts and Artefacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other, *Social Studies of Science*, 14, 399 – 441.
- Porter, Michael E. (1990) *The Competitive Advantage of Nations*, Macmillan, London.
- Rammert, Werner (1998) Was ist Technikforschung? Entwicklung und Entfaltung eines sozialwissenschaftlichen Forschungsprogramms, in: Bettina Heintz & Bernhard Nievergelt (Hg.) *Wissenschafts- und Technikforschung in der Schweiz – Sondierungen einer neuen Disziplin*, Seismo, Zürich, 161 – 193.
- Rutkowski, Toni (2002) Facilitating Private Competitive Provisioning of ENUM as Preferred Technical, Operational, and Regulatory Choice, Internet Draft: draft-rutkowski-enum-network-element-access-00.txt [<http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-rutkowski-enum-network-element-access-00.txt>] (14.02.03).
- Shockey, Richard (2001) ENUM: Phone Numbers Meet the Net, in: *Communications Convergence*, 5. Juli [www.cconvergence.com/article/CTM20010618S0010/1] (07.08.02).
- Shockey, Richard (2002) Privacy and Security Considerations in ENUM, Internet-Draft: shockey-enum-privacy-security-00.txt [www.ietf.org/internet-drafts/draft-shockey-enum-privacy-security-00.txt] (18.02.03).
- Stastny, R. (2002) Scenarios for ENUM and ENUM-like Systems, Internet Draft <draft-stastny-enum-scenarios-00.txt> [www.ietf.org/internet-drafts/draft-stastny-enum-scenarios-00.txt] (09.08.02).
- Suchman, Lucy, Randall Trigg & Jeanette Blomberg (2002) Working Artefacts: ethnomethods of the prototype, in: *British Journal of Sociology*, 53, 2, 163 – 179.
- UKEG [UK ENUM Group] (2002) Implementation of UK ENUM Trial, Presentation Slides [<http://www.dti.gov.uk/cii/regulatory/enum/ukey20021108.ppt>] (12.02.03).
- Werbach, Kevin (1997) Digital Tornado: The Internet and Telecommunication Policy, OPP Working Paper Series, Nr. 29, Federal Communications Commission, Office of Plans and Policy [http://www.fcc.gov/Bureaus/OPP/working_papers/29nofigs.pdf] (7.2.03).
- Weyer, Johannes, Ulrich Kirchner, Lars Riedl & Johannes F. K. Schmidt (1997) *Technik, die Gesellschaft schafft – Soziale Netzwerke als Orte der Technikgenese*, edition sigma, Berlin.