

# Neue Möglichkeiten der Dienstbereitstellung durch Peer-to-Peer-Kommunikation

Armin Lehmann, Thomas Eichelmann, Ulrich Trick

Fachhochschule Frankfurt/M. - University of Applied Sciences, Kleiststraße 3, 60318 Frankfurt/M., Germany

E-Mail: lehmann@e-technik.org, eichelmann@e-technik.org, trick@e-technik.org

Das dieser Publikation zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 1704B07 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

## Kurzfassung

Die Bereitstellung neuer Telekommunikationsdienste, speziell Mehrwertdienste, wird in Zukunft eine entscheidende Rolle spielen. Hierüber werden sich Provider von ihren Konkurrenten abgrenzen. Durch Erkenntnisse aus Peer-to-Peer-Kommunikationsnetzen wird ein neuer und einfacher Weg zur Dienstbereitstellung aufgezeigt. Speziell für das IP Multimedia Subsystem (IMS) wird anhand eines Beispiels dargestellt, wie auch hier eine Umsetzung der einfachen Bereitstellung realisiert werden kann.

## 1 Einleitung

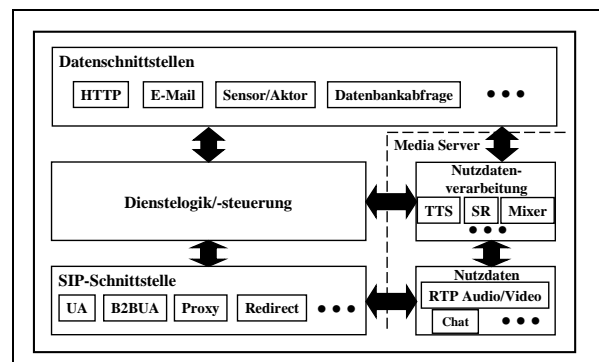
Die Bereitstellung von Diensten, insbesondere von Mehrwertdiensten (Value-added Services (VAS)) in zukünftigen Netzen, speziell in IP-basierten UMTS-Mobilfunknetzen, wird eine entscheidende Rolle spielen. Ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal bei den Providern wird zukünftig das Angebot an Diensten sein.

Dieses Angebot wird durch die steigende und spezialisierte Nachfrage der Kunden bestimmt. Die Kunden werden in Zukunft Dienste fordern, die für sie maßgeschneidert wurden. Um diesen wachsenden Anforderungen zu genügen, ist eine besonders wichtige Anforderung an zukünftige Netze ihre „Offenheit für neue Dienste“.

Hieraus ergibt sich eine ganze Reihe von Fragen. Wie können neue Dienste auf eine einfache Art und Weise bereitgestellt werden? Welche Voraussetzungen müssen die Provider erfüllen, um diese Art der Bereitstellung von neuen Diensten zu gewährleisten? Welche Möglichkeiten bietet hierbei das IP Multimedia Subsystem (IMS) und welche Chancen ergeben sich durch die Anwendung der Peer-to-Peer-Kommunikation? Diese Fragestellungen und Antworten darauf werden im Folgenden erörtert.

Durch die zukünftigen Netze und deren Dienstplattformen (Service Delivery Platform, SDP) wird eine Bereitstellung von sogenannten Mehrwertdiensten erleichtert. Mehrwertdienste sind spezielle Telekommunikationsdienste, die weit über die Funktionalität reiner Basisdienste, wie z.B. Telefon- oder Telefaxdienst, hinausgehen. Damit VAS bereitgestellt werden können, werden Funktionen benötigt, die das Kernnetz

alleine nicht bereitstellen kann. Hierfür werden, wie in Bild 1 dargestellt, weitere Netzelemente wie Application Server (AS) und Media Server (MS) benötigt.



**Bild 1** Application (AS) und Media Server (MS)

Die AS stellen die Dienste zur Verfügung und bedienen sich bei Bedarf für komplexere Dienste weiterer AS oder MS. Der Media Server stellt hierbei die Funktionalität zur Verarbeitung der Nutzdaten z.B. bei Video-Konferenzen bereit.

## 2 Übersicht zu verschiedenen Peer-to-Peer-Modellen

Auf Grund der Vorteile wie z.B. Skalierbarkeit, geringe Kosten und Offenheit für neue Dienste werden Peer-to-Peer- (P2P) Modelle zukünftig eine wichtige Stellung einnehmen. Daher werden in diesem Abschnitt verschiedene Peer-to-Peer-Konzepte diskutiert und auf ihre Möglichkeiten zur Dienstbereitstellung hin untersucht.

Zunächst können Peer-to-Peer-Architekturen in die folgenden drei Klassen (hier: Generationen) unterteilt werden, wie in Bild 2 zu sehen ist [1].

**1st Generation (Hybrid P2P-Modell):**

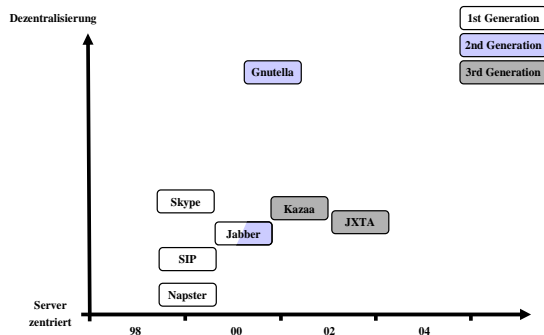
- z.B. Napster, Skype, SIP
- Client-Server- und Peer-to-Peer-Kommunikation
- semi-zentral (mindestens ein zentraler Kontrollpunkt, z.B. Indexserver)

**2nd Generation (Pure P2P-Modell):**

- z.B. Gnutella
- völlig dezentral
- Organisation der Peers kann strukturiert oder unstrukturiert sein

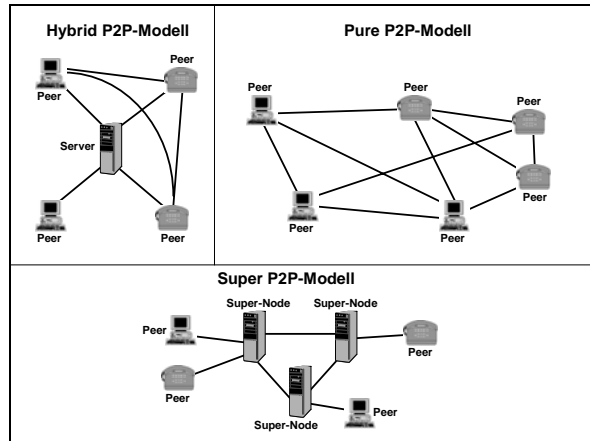
**3rd Generation (Super P2P-Modell):**

- z.B. KaZaa
- Weiterentwicklung des Hybrid P2P-Modells zu einem hierarchischen Modell
- Zentrale Kontrollpunkte werden mit einem P2P-Netzwerk aus sogenannten Super-Nodes getauscht
- Super-Nodes und normale Peers interagieren in Client-Server-Beziehung



**Bild 2** Peer-to-Peer-Generationen

Die verschiedenen Peer-to-Peer-Varianten sind zur besseren Übersicht nochmals in Bild 3 dargestellt.



**Bild 3** Übersicht der Peer-to-Peer-Varianten

Bezüglich der Anforderungen aus Sicht eines öffentlichen Kommunikationsnetzes wurden die verschiedenen P2P-Ansätze im Rahmen des BMBF-Projekts "IMS- oder P2P-basierte Dienstebereitstellung und -entwicklung für kundenspezifische Kommunikationsprozesse (TeamCom)" analysiert. Hierbei stellte sich heraus, dass aus Netzwerksicht das Hybrid P2P-Modell favorisiert wird (siehe Tabelle 1).

**Tabelle 1** Anforderungen an Netze

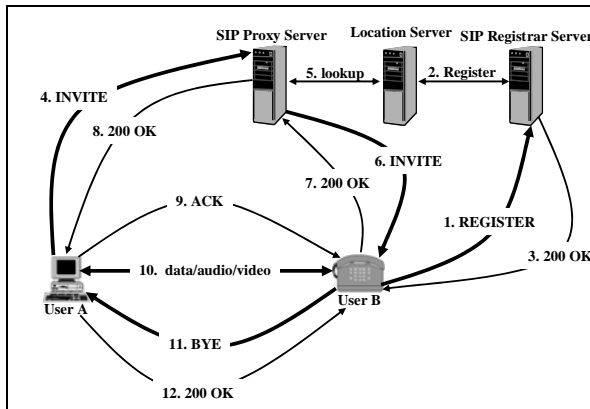
Anforderungen	Hybrid P2P	Super P2P	Pure P2P
Offenheit für neue Dienste	++	++	++
Basisdienste	++	++	++
Telefondienstmerkmale	++	++	+
Mehrwertdienste	++	++	+
Mobilität	++	+	0
Regulatorische Anforderungen	+	-	--
Integrierte Sicherheitsfunktionen	++	+	-
Den Diensten angemessene Entgelterfassung	++	+	0

Die dargestellte Tabelle ist nur ein kleiner Ausschnitt aus der im Projekt erarbeiteten Anforderungsliste. Dieser Ausschnitt zeigt allerdings schon die Vorzüge des Hybrid-Modells. Wichtige Kriterien wie z.B. Mobilität (hierzu zählen Dienstmobilität, Session-Mobilität und Persönliche Mobilität), die Erfüllung regulatorischer Anforderungen (z.B. Lawful Interception), Integrierte Sicherheitsfunktionen (z.B. Authentifizierung oder Verschlüsselung von Nutzdaten und Signalisierung) und den Diensten angemessene Entgelterfassung werden durch das hybride P2P-Modell besser unterstützt als durch die dezentraleren Varianten.

Wie stellt sich nun die Architektur eines solchen Hybrid-Modells bezüglich der Dienstbereitstellung dar. Dieser Aspekt wird im folgenden Abschnitt eingehend erläutert.

### 3 Dienstbereitstellung in einem Hybrid P2P-Modell

Basierend auf dem heutigen SIP-Standard [2] kann ein Hybrid P2P-Modell aufgebaut werden. SIP unterstützt bereits weitestgehend P2P-Kommunikation (siehe Bild 3), da im Standard kein klares Client-Server-Modell, sondern als Normalfall ein Hybrid P2P-Modell spezifiziert wurde (siehe Bild 4). Aufbauend auf den vier Netzelementen SIP User Agent, SIP Proxy Server, SIP Registrar Server und Location Server kann eine P2P-Infrastruktur aufgebaut werden. Diese Infrastruktur ermöglicht bereits eine Client-to-Client-Kommunikation (siehe Bild 4).



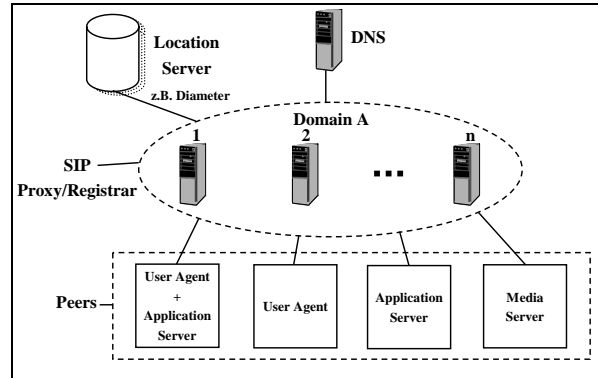
**Bild 4** SIP-basierte Client-to-Client-Kommunikation

Wie in Bild 4 zu erkennen, dienen der SIP Registrar und SIP Proxy Server ausschließlich zur Ermittlung der temporären SIP URI (Uniform Resource Identifier) des Angerufenen (SIP User Agent B) und des Routens der initialen SIP-Nachrichten (hier: INVITE und 200 OK). Deutlich zu erkennen ist, dass bereits der Abschluss des Three-Way-Handshakes (mit ACK) direkt zwischen den einzelnen Clients bzw. Peers von-statten geht. Ab diesem Zeitpunkt werden alle Nutzdaten und Signalisierungen zwischen den Clients Peer-to-Peer ausgetauscht.

Wie kann nun eine solche Hybrid P2P-Infrastruktur eingesetzt werden, um möglichst einfach und schnell Dienste, speziell Mehrwertdienste bereitstellen zu können?

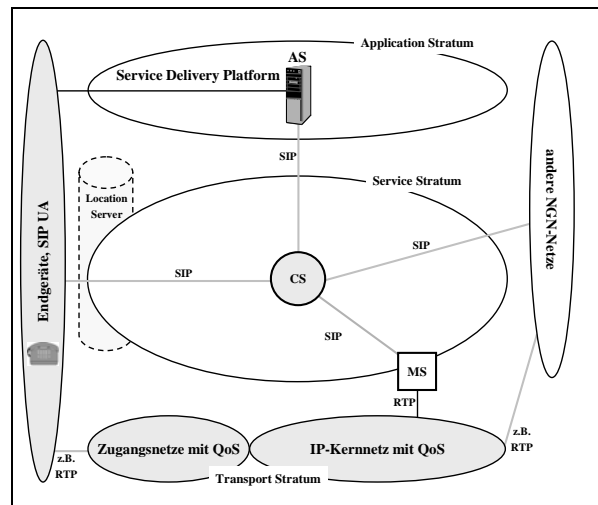
Zunächst wird ein P2P-Overlay bestehend aus mehreren SIP-Registrar/Proxy Servern erstellt. Diese sind alle mittels DNS (Domain Name System) [3; 4] oder Dynamic DNS [5] unter einer Domain zu finden. So-

mit können sich SIP-Netzelemente (z.B. SIP User Agents) einfach an diesem Overlay-Netz registrieren. Angebunden an das Overlay ist ein Location Server-Pool, in dem die Registrierungsdaten für das Routing abgelegt werden. Durch eine einfache Anbindung von Application Server und Media Server als Peers können Mehrwertdienste bereitgestellt werden. Diese Architektur ist in Bild 5 dargestellt.



**Bild 5** Hybrid-P2P-Modell

In Bild 6 ist die prinzipielle Architektur eines NGN (Next Generation Networks) dargestellt (vgl. Bild 8). Das in diesem Abschnitt beschriebene Hybrid-P2P-Modell kann hierbei eine spezielle Ausprägung des NGN repräsentieren.



**Bild 6** NGN-Architektur in einer Strata-Struktur

Damit nun aber auch die Application Server und Media Server anhand von SIP URIs gefunden werden können, müssen auch diese sich am Overlay-Netz registrieren (siehe Bild 5).

Diese Architektur bietet die nachfolgend genannten Vorteile:

- Verwendung von bestehenden Standards wie SIP und DNS

- Basierend auf dem SIP-Standard können nicht-modifizierte SIP User Agents genutzt werden.
- Lookups (Auflösung der ständigen SIP URI in die temporäre URI) gehen schneller von-statten als in reinen P2P-Modellen.
- Engpässe und Single Points of Failure werden eliminiert.
- Komplexere Suchen im Netz sind möglich.
- Dienste können registriert und deregistriert werden.
- Kostenteilung/-reduktion
- Skalierbarkeit

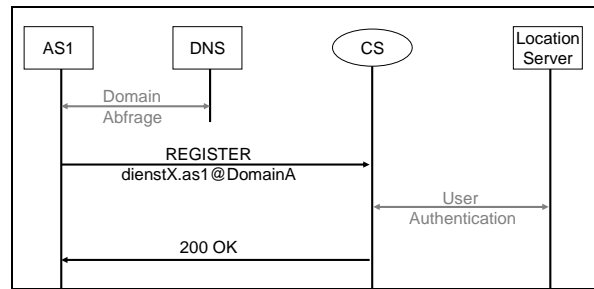
## 4 Neue Möglichkeiten der Dienstbereitstellung in P2P- und IMS-Netzen

Damit die neuen Dienste, die auf den SIP Application Servern implementiert wurden, für die Endnutzer erreichbar werden, müssen die AS um eine weitere Funktionalität erweitert werden. Der entsprechende AS sendet hierzu die Nachricht REGISTER, um sich am Netz zu registrieren (z.B. SIP Digest [2]). Um jetzt die implementierten Mehrwertdienste am Netz anzumelden, wird dieselbe Nachricht verwendet. Jedoch ist hierbei eine URI zur Registrierung bzw. Authentifizierung zu verwenden, die angelehnt ist an dem Modell der Subdomains (z.B. "sub.domain.de"). Dies wird hier an einem Beispiel verdeutlicht.

Angenommen der entsprechende Application Server ist mit der URI "as1@DomainA" am Hybrid P2P-Netz registriert. Nun sendet er eine SIP-Nachricht REGISTER an den vorab per DNS ermittelten Registrar Server mit folgendem beispielhaftem Inhalt:

```
REGISTER sip:DomainA SIP/2.0
To: <sip:dienstX.as1@DomainA>;tag=1234
Contact: <sip:dienstX.as1@88.88.88.88>
Expires: 3600
```

Mittels dieses Modells (siehe Bild 7) können nun die angemeldeten AS beliebig viele Dienste am Netz registrieren. Anhand des SIP-Header-Felds "Expires:" wird der Zeitraum für die Gültigkeitsdauer der Registrierung angegeben. In diesem Fall beträgt die Dauer 3600 Sekunden (= 1 Stunde). Hieraus ergibt sich, dass der Application Server in regelmäßigen Abständen den Dienst neu registrieren muss, solange der Dienst erreichbar sein soll. Auf genauso einfache Weise kann der AS auch wieder einen Dienst vom Netz abmelden, indem er in das Header-Feld "Expires:" eine "0" einträgt.



**Bild 7** Dienstregistrierung im Hybrid-P2P-Modell

In dem also Application Server die auf ihnen realisierten Dienste in einem SIP-Netz mittels SIP URI registrieren, können diese Dienste auf einfachste Art und Weise in das Netz eingebracht und von SIP User Agents, aber auch anderen Application Servern genutzt werden. Dieser Mechanismus unterstützt in hervorragender Weise die „Offenheit für neue Dienste“.

Wie aber kann dieser Mechanismus in ein IMS übernommen werden? Hierzu wird die Infrastruktur eines IMS, welches dem SIP-Standard angelehnte logische Netzelemente beherbergt, im Folgenden näher erläutert. In Bild 8 ist die prinzipielle Architektur eines NGN (Next Generation Networks) mit IMS dargestellt [6].

P-CSCF (Proxy-Call Session Control Function):

- Arbeitet normalerweise als SIP Proxy Server und leitet Nachrichten an entsprechende I- bzw. S-CSCFs weiter
- Erste Anlaufstelle für UE (User Equipment, UMTS-Endgerät)
- Zuständig für Accounting-Funktionen

I-CSCF (Interrogating-CSCF)

- Arbeitet als SIP Proxy Server und leitet Nachrichten an S-CSCFs weiter
- Dient als Schnittstelle zu anderen IMS bzw. IP Multimedia-Netzen

S-CSCF (Serving-CSCF):

- Agiert als SIP Proxy/Registrar Server und Back-to-Back User Agent
- Steuert SIP-Verbindungen/ Dienste/ Dienstmerkmale, kommuniziert dazu mit UE, anderen CSCFs und AS
- Nutzerdaten bzw. Filterkriterien zur Auswahl der AS werden bei Registrierung vom HSS (Home Subscriber Server) in die S-CSCF geladen. Diese AS-Filterkriterien sind Teil des Service-Profils eines Nutzers.
- Zuständig für Accounting-Funktionen
- Kommuniziert mit HSS per Diameter-Protokoll

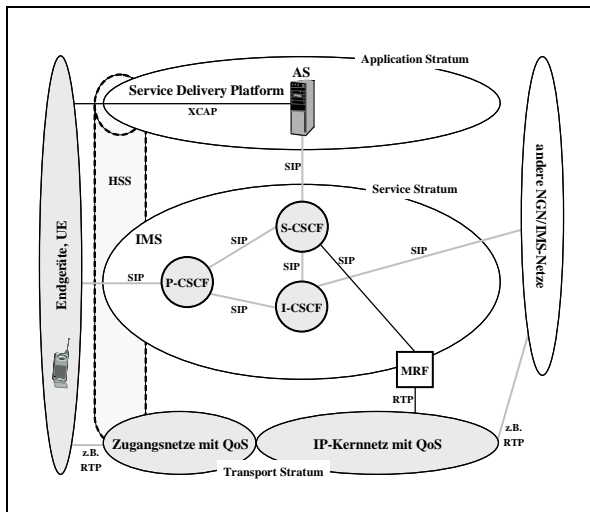
HSS (Home Subscriber Server):

- Zentrale Datenbank (vgl. Location Server)

- Enthält Nutzeridentitäten, Registrierungsinformationen, Zugriffsrechte, Service Trigger-Informationen für IMS
- Zugriff durch z.B. CSCFs, AS
- Wird mittels Diameter-Protokoll angesprochen
- Authentifizierung für alle Strata über HSS

MRF (Media Resource Function):

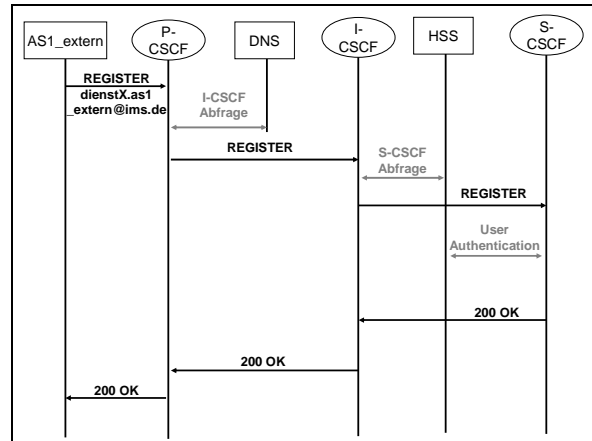
- Media Server (MS)
- Für Sprachaufzeichnung und -wiedergabe, Videoaufzeichnung und -wiedergabe, Spracherkennung, Konvertierung von Text in Sprache, Multimedia-Konferenzen, Transcoding multimedialer Daten
- MRF ist aus S-CSCF und AS-Sicht Slave
- Wird mittels SIP durch S-CSCF bzw. AS gesteuert



**Bild 8** Architektur eines NGN mit IMS

Ähnlich der Methode wie beim Hybrid-P2P-Modell können neue Dienste auch an einem IMS registriert werden. Dies wird hier ebenfalls exemplarisch dargestellt.

Angenommen ein AS, der nicht zum IMS des Providers zählt, hat sich bereits mittels der SIP-Nachricht REGISTER mit der URI "as\_extern1@ims.de" registriert. Im weiteren Verlauf sendet dieser AS eine weitere SIP-Nachricht REGISTER an das IMS, um den neuen Dienst "dienstX" zu registrieren (siehe Bild 9).



**Bild 9** Dienstregistrierung im IMS

Diesem Beispiel ist zu entnehmen, dass mittels exakt derselben Methode, wie im Hybrid-Modell erläutert, auf eine sehr einfache Art und Weise neue Dienste auch an einem IMS registriert werden können.

Auch wichtige Sicherheitsaspekte können weiterhin einfach umgesetzt werden. So kann z.B. der Betreiber des IMS verlangen, dass eine Authentifizierung bei der Anmeldung bzw. beim Abrufen eines Dienstes stattfindet (SIP Digest [2]).

Für das Abrechnen der Nutzung der Dienste können verschiedene Szenarien in Frage kommen. Z.B. kann der Provider des IMS dem Betreiber des externen AS anbieten, für diesen die Abrechnung zu tätigen, da der IMS-Provider über die dafür nötigen Informationen, z.B. gespeicherte Dienstabrufe, verfügt. Der externe Diensteanbieter kann aber auch eigenständig Rechnungen für die Nutzung seiner Dienste an die Endkunden richten, indem er verlangt, dass sich die Endkunden vorab bei ihm mit den notwendigen Daten registrieren müssen.

Durch Nutzung dieser Ergebnisse kann ein Provider seinen Kunden oder anderen Providern ganz einfach neue Mehrwertdienste anbieten und bereitstellen. Insbesondere kann hierdurch die Offenheit für neue Dienste in IMS-Netzen verbessert werden.

## 5 Literatur

- [1] Eisenschmid, Wilhelm: Peer-to-Peer-Architekturen. Universität Ulm, Proseminar Virtuelle Präsenz, 2005
- [2] Rosenberg, J.; Schulzrinne, H.; Camarillo, G.; Johnston, A.; Peterson, J.; Sparks, R.; Handley, M.; Schooler, E.: RFC 3261 - SIP: Session Initiation Protocol. IETF, June 2002
- [3] Mockapetris, P.: RFC 1034 - DOMAIN NAMES - CONCEPTS AND FACILITIES. IETF, November 1987
- [4] Mockapetris, P.: RFC 1035 - DOMAIN NAMES - IMPLEMENTATION AND SPECIFICATION. IETF, November 1987
- [5] Vixie, P.; Thomson, S.; Rekhter, Y.; Bound, J.: RFC 2136 - Dynamic Updates in the Domain Name System (DNS UPDATE). IETF, April 1997
- [6] Trick, Ulrich; Weber, Frank: SIP, TCP/IP und Telekommunikationsnetze. Oldenbourg, April 2007

## 6 Abkürzungen

AS	Application Server
B2BUA	Back-to-back User Agent
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
CSCF	Call Session Control Function
DNS	Domain Name System
HSS	Home Subscriber Server
I-CSCF	Interrogating-Call Session Control Function
IMS	IP Multimedia Subsystem
IP	Internet Protocol
MRF	Media Resource Function
MS	Media Server
NGN	Next Generation Networks
P2P	Peer-to-Peer
P-CSCF	Proxy-Call Session Control Function
RTP	Real-Time Transport Protocol
S-CSCF	Serving-Call Session Control Function
SDP	Service Delivery Platform
SIP	Session Initiation Protocol
SR	Speech Recognition
TTS	Text-to-Speech
UA	User Agent
UE	User Equipment
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
VAS	Value-added Service