

# SIP-basiertes MoIP-Testnetz an der Hochschule

Patrick Ruhrig, Ulrich Trick

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

E-Mail: ruhrig@e-technik.org, trick@e-technik.org

## Kurzfassung

Das hier vorgestellte SIP-basierte Multimedia over IP (MoIP)-Testnetz realisiert an der Hochschule ein komplettes NGN (Next Generation Network). Es besteht aus verschiedenen, flexibel kombinier- und nutzbaren Netzelementen und -bereichen und bietet eine große Vielfalt an Diensten. Damit ermöglicht es Studierenden und Mitarbeitern im Alltag, bei Tests und Weiterentwicklungen wertvolle Erfahrungen in einer möglichst realen NGN-Umgebung zu sammeln. Dabei wurde bei der Implementierung massiv von Open Source Software und Virtualisierung Gebrauch gemacht.

## 1 Einleitung

### 1.1 Motivation und Anforderungen

An der Fachhochschule Frankfurt/M. wurde auf Basis von Entwicklungen aus Forschungs- und Entwicklungsprojekten sowie Abschlussarbeiten ein MoIP-Testnetz aufgebaut, um Studierenden und Mitarbeitern die Möglichkeit zu bieten, in einer nahezu realen Umgebung ein hochmodernes Telekommunikationsnetz zu nutzen, Erfahrungen im alltäglichen Betrieb zu sammeln sowie neue Entwicklungen zu testen.

Bei der Planung und Realisierung des MoIP-Testnetzes wurde von folgenden Randbedingungen und Zielsetzungen ausgegangen:

- Umsetzung des NGN-Konzepts (Next Generation Networks) zur Realisierung zukünftiger Kommunikationsnetze
- verteilte Vermittlungsstruktur
- Unterteilen des Netzes in Netzbereiche bzw. Subnetze
- Nutzung als Kommunikationsplattform im Hochschulalltag
- Sammeln von Erfahrungen mit Basis- und Mehrwertdiensten
- Nutzung der Infrastruktur für Laborversuche, Studierendenprojekte und Abschlussarbeiten
- Präsentation für Projektpartner, Studierende, Schüler und Seminarteilnehmer
- Einbeziehung neuer Netztechniken wie z.B. IPv6.

Die genannten Punkte werden im Verlauf dieses Dokuments noch weiter und umfassend erklärt. Beginnend mit dem NGN-Konzept und MoIP sowie der Gesamtansicht des MoIP-Testnetzes inkl. der angebotenen Dienste werden die einzelnen Netzelemente und ihre Funktionen erklärt. Ergänzt werden diese Erläuterungen durch die Beschreibung der Nutzerzugänge und Endsysteme, des MoIPv6-Subnetzes sowie des VAS-Netzes (Value Added Service) zur Simulierung

eines Service Providers. Abschließend wird auf die Implementierung der verschiedenen Netzelemente mit virtuellen Rechnern sowie auf die beispielhafte Realisierung von zwei Mehrwertdiensten eingegangen.

### 1.2 Das NGN-Konzept und MoIP

Die Möglichkeiten des MoIP-Testnetzes liegen nicht nur in seiner aktuellen Anwendung, sondern auch in der Möglichkeit der späteren Erweiterung mit z.B. zukünftig entwickelten Mehrwertdiensten. Im Hinblick auf die Netzarchitekturen der kommenden Mobilfunk- und Festnetze wurden beim Design des MoIP-Testnetzes die verschiedenen Aspekte aus den NGN-Anforderungen aufgegriffen und als Anforderungen an das MoIP-Testnetz übernommen.

Das NGN zeichnet sich dabei durch die konzeptionell bereits festgelegten folgenden Eigenschaften [1] aus und eignet sich deshalb hervorragend als Grundlage für ein MoIP-Testnetz:

- Offenheit für neue Dienste
- Unterstützung verschiedener Access-Techniken
- Interworking mit bestehenden Netzen
- offene Schnittstellen
- paketorientiertes Kernnetz
- Quality of Service
- hohe Bitraten
- integrierte Sicherheitsfunktionen
- Trennung der Dienste- und Verbindungssteuerung vom Nutzdatentransport.

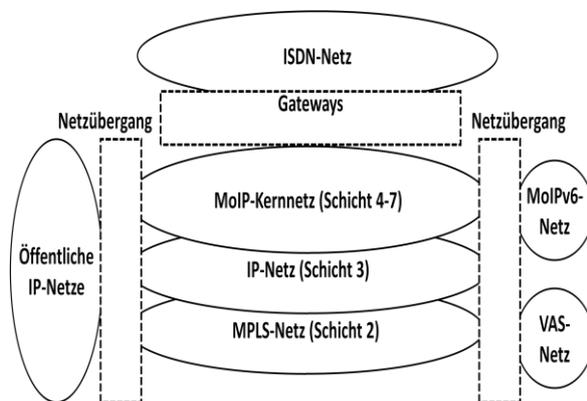
Durch das Erfüllen der genannten Eigenschaften ist offensichtlich, dass das im Folgenden beschriebene MoIP-Testnetz dem NGN-Konzept genügt und damit ein NGN realisiert.

## 2 Das MoIP-Testnetz

Das MoIP-Testnetz an der Hochschule besteht aus den folgenden Subnetzen:

- MoIP-Kernnetz
- Mehrwertdienstenetz (VAS-Netz)
- ISDN-Integration (Integrated Services Digital Network)
- MoIPv6-Netz
- IP-Netz mit physikalischen und virtuellen Routern
- MPLS-Netz (Multiprotocol Label Switching) mit virtuellen Routern
- Anbindung an das öffentliche IP-Netz.

In Bild 1 wird die Verteilung der Netzbereiche bzw. der Teilnetze in einer Layer-Struktur grafisch dargestellt.



**Bild 1** MoIP-Testnetz im Überblick

Wie in Bild 1 gezeigt, ist das Gesamtnetz von seiner Architektur her sowohl horizontal als auch vertikal strukturiert. Zusammen mit dem Einsatz virtueller Maschinen zur Realisierung der benötigten Netzelemente ermöglicht dies eine sehr flexible Zusammenschaltung der Teilnetze und Netzelemente je nach Anforderungen. Beispielsweise kann die Kommunikation bedarfsweise nur über das IP-Netz oder wegen spezieller QoS-Anforderungen auch über das MPLS-Netz erfolgen.

Mittels der im MoIP-Kernnetz angesiedelten Call Server (CS) und der weiteren Netzelemente werden die folgenden Basisdienste angeboten:

- Sichere Audio-/Video-Kommunikation über das interne IP-Netz und das Internet mittels SIP (Session Initiation Protocol) over TLS (Transport Layer Security) und SRTP (Secure Real-time Transport Protocol)
- Instant Messaging (IM)
- IM-Konferenzen (Chat)
- Presence
- File Transfer
- Fax
- ISDN-Zugang
- Benutzerprofileinstellungen über ein sicheres Web Interface.

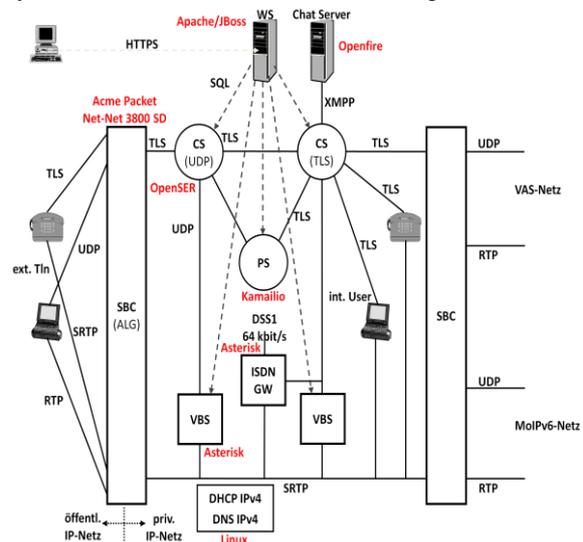
Dieses Basisdienstangebot wird durch die im VAS-Netz derzeit bereitgestellten Mehrwertdienste erweitert:

- Audio- und Videokonferenzen
- Radio-Nachrichtendienst
- IM-Übersetzungsdienst
- Radioprogramm-Streaming
- Lexikonabfrage
- Wetteransagedienst
- Abstimmungsdienst mit Ergebnis-Webseite
- Aktienwertedienst.

Über das entsprechende Gateway können die MoIP-Testnetznutzer zusätzlich Telefonate mit ISDN-Teilnehmern im Hochschul- oder dem öffentlichen Telefonnetz führen.

### 2.1 MoIP-Kernnetz

Die Netzelemente, die zur Realisierung des MoIP-Testnetzes eingesetzt werden, werden nach ihrer Funktionalität bzw. nach ihren Einsatzgebieten dezentral realisiert. Dezentral bedeutet, dass z.B. im MoIP-Kernnetz nach Bild 2 nicht ein einzelnes zentrales Netzelement die anfallenden Aufgaben übernimmt, sondern dass die Dienste durch das Zusammenspiel mehrerer Netzelemente erbracht werden. Beispielsweise wird der Presence-Dienst durch das Zusammenwirken des CS als zentrales Vermittlungssystem und des Presence Servers bereitgestellt.



**Bild 2** Architektur des MoIP-Kernnetzes

In Bild 2 ist zu erkennen, dass die Grundfunktionen bzw. Basisdienste mittels des Einsatzes von „Open Source Software“ realisiert werden. Zum Einsatz kommen u.a. OpenSER, Kamailio, Asterisk, Openfire, Apache und JBoss.

Die zwei CS in Bild 2 sind, wie in der Realität bei Netzbetreibern, für unterschiedliche Nutzer bzw. Clients zuständig. Die Zuständigkeit ergibt sich da-

raus, ob es sich um externe oder interne Nutzer handelt. Externe User Agents (UAs) werden via SBC (Session Border Controller) per SIP over TLS, in Sonderfällen auch per SIP over UDP an den CS (UDP) angebunden, alle internen UAs per SIP over TLS an den zweiten CS (TLS). Damit werden zwei verschiedene Call Control-Netzbetreiber simuliert. Aus Sicherheitsgründen gibt es die Einschränkung, dass der Basisdienst „ISDN-Zugang“ über den CS (UDP) nicht erlaubt ist.

Weitere Netzelemente in Bild 2 sind der Presence Server (PS) zur SIP-basierten Presence-Anzeige von User Agents, der Voice Box Server (VBS) als Anrufbeantworter, das ISDN-Gateway (GW) als Brücke in das ISDN-Netz der FH, der Web Server (WS) für Benutzerprofileinstellungen über ein sicheres Web Interface via HTTPS (HyperText Transfer Protocol Security) und der Session Border Controller (SBC), eingesetzt zur Entkopplung der einzelnen Netzbereiche und vor allem als Schutz gegen Angriffe aus dem öffentlichen IP-Netz. Darüber hinaus unterstützt der Chat Server Textkonferenzen und File Transfer per XMPP (Extensible Messaging and Presence Protocol).

### 2.1.1 Session Border Controller

Der Session Border Controller (SBC) Net-Net 3800 der Firma Acme Packet kommt im Aufbau des MoIP-Testnetzes als Bindeglied zwischen dem öffentlichen IP-Netz und dem MoIP-Testnetz sowie zwischen dem Kerntestnetz, dem VAS-Netz und dem MoIPv6-Netz zum Einsatz. Dabei erfüllt der SBC die folgenden Aufgaben:

- Sicherheit für den Zugang aus dem öffentlichen IP-Netz
- Denial of Service (DoS)-Schutz
- Topology Hiding
- Back-to-Back User Agent (B2BUA)-Funktionalität, z.B. für die Adress- und Port-Umsetzung
- Übersetzung von SIP over TLS in SIP over UDP und umgekehrt für den Übergang zum VAS-Netz
- Übersetzung von SRTP in RTP.

Der SBC schirmt mit den eingesetzten Funktionen (B2BUA-Funktionalität und Topology Hiding) das Kerntestnetz und das VAS-Netz gegen äußere Einflüsse und gegeneinander ab. Dabei ist nicht nur der Schutz entscheidend, sondern auch die durch den zwischengeschalteten SBC gegebene Teilung des MoIP-Testnetzes in das MoIP-Kernnetz für die Call Control-Funktionen und das VAS-Netz zur Bereitstellung der Mehrwertdienste entsprechend der Situation in realen Netzen. Zukünftig kann hier auch ein 3rd Party Service Provider angebunden werden.

### 2.1.2 Call Server

Ein Call Server (CS) ist das zentrale vermittelnde SIP-Netzelement. Er besteht aus den logischen Netzelementen SIP Registrar Server, Location Server und SIP Proxy Server. Die Nutzer werden in einer MySQL-Datenbank (Structured Query Language) angelegt und darüber administriert. Alle Nutzer registrieren sich zunächst am CS, um das MoIP-Testnetz nutzen zu können. Über die im CS vorhandenen SIP Routing-Informationen werden die entsprechenden Nachrichten an die einzelnen Server zur Bereitstellung der Dienste weitergeleitet. Wie bereits angesprochen verfügt das MoIP-Testnetz der Hochschule über zwei, mittels Open Source SW OpenSER realisierte Call Server, die je nach Nutzer – extern oder intern – angesprochen werden. Durch die Zweiteilung der CS-Funktionalität wird zudem sichergestellt, dass im Falle eines den CS (UDP) lahmlegenden Angriffs die interne sichere Kommunikation über den CS (TLS) weiter gewährleistet wäre.

### 2.1.3 Presence Server

Der Presence Server (PS) ermöglicht die Online-Statusanzeige von User Agents (UA) bzw. Nutzern. Dabei wird der Presence Server (PS) nicht direkt von den UAs angesprochen, sondern die entsprechenden SIP-Nachrichten SUBSCRIBE und NOTIFY werden über den CS an den PS weitergereicht. Nach Abfrage der Zugangsberechtigung ermöglicht die verwendete statische Route das automatische Weiterleiten der Presence-relevanten SIP-Nachrichten PUBLISH und SUBSCRIBE/NOTIFY an den Presence Server. In der Datenbank des mittels der Open Source SW Kamailio implementierten Presence Servers werden die entsprechenden Einträge für die Anzeige des Presence-Zustandes abgelegt und bei einer Anfrage eines UAs über den CS zurückgegeben.

### 2.1.4 Voice Box Server

Der Voice Box Server (VBS), realisiert mit der Open Source SW Asterisk, übernimmt im MoIP-Testnetz die Aufgabe der Anrufbeantworter für die Nutzer. Nach Ablauf eines beliebig definierten Timers oder standardmäßig wird ein eingehender Anruf an diesen Server weitergeleitet. Nach einer optional selbst gesprochenen Ansage oder der Standardansage kann der Anrufer eine Nachricht hinterlassen.

Der Angerufene bekommt auf seiner Webseite den verpassten Anruf bzw. die aufgezeichnete Sprachnachricht angezeigt und kann durch Anrufen seiner Voice Box und Eingabe des Passworts die aufgezeichnete Nachricht abhören. Zusätzlich kann sich der Angerufene mit dem Anrufer direkt verbinden lassen.

### 2.1.5 Web Server

Der Apache/JBoss Web Server bietet eine grafische Schnittstelle zur Administrierung der User und deren Eigenschaften sowie zur Bedienung der Profile durch die Nutzer selbst. Die folgenden Funktionen können über das Web Interface des Web Servers eingestellt und genutzt werden:

- Teilnehmer-Accounts einrichten durch Administrator
- Online-Telefonbuch (persönliches und globales)
- Anruflisten (gewählte, verpasste und angenommene Anrufe)
- Presence-Anzeige für anrufende User
- Einstellungen für den Anrufbeantworter
- Rufumleitungen
- Gruppenzugehörigkeit
- Sammelanschluss.

Der Web Server greift dabei auf die Datenbanken der einzelnen Server zu, um die entsprechenden Daten anzuzeigen und diese auch zu verändern.

### 2.1.6 ISDN-Gateway

Das ISDN-Gateway auf Basis der Open Source SW Asterisk ermöglicht es, aus dem MoIP-Testnetz heraus Audio-Sessions in das öffentliche Telefonnetz aufzubauen bzw. ankommende Calls anzunehmen. Die entsprechenden SIP-Nachrichten werden dabei vom CS an das ISDN-GW weitergeleitet. Dabei wird jedem SIP UA eine statische ISDN-Nummer zugewiesen, über die der SIP UA aus dem öffentlichen Telefonnetz erreichbar ist. Dabei kann es sich um ein Soft- oder Hardphone handeln. SIP UAs, die SIP over UDP nutzen, sind von der Nutzung dieses Services ausgeschlossen, da bei einer unverschlüsselten Verbindung das Risiko für möglichen Missbrauch zu groß ist.

## 2.2 Öffentliches IP-Netz

Wie bei den Netzelementen SBC und CS bereits dargestellt, können sich verschiedene UAs über verschiedene Medien bzw. über den SBC aus dem Internet und aus dem internen IP-Netz mit den Call Servern im MoIP-Testnetz verbinden. Dabei werden über den SBC SIP-Nachrichten nur nach einer erfolgreichen Registrierung des UAs am CS weitergeleitet. Anfragen, die ohne eine vorangegangene Registrierung an den SBC geschickt werden, werden verworfen.

## 2.3 User Agents und Sicherheit

Das MoIP-Testnetz kann mit einem Standard SIP-Softphone (z.B. Phoner Lite, Linphone, etc.) oder

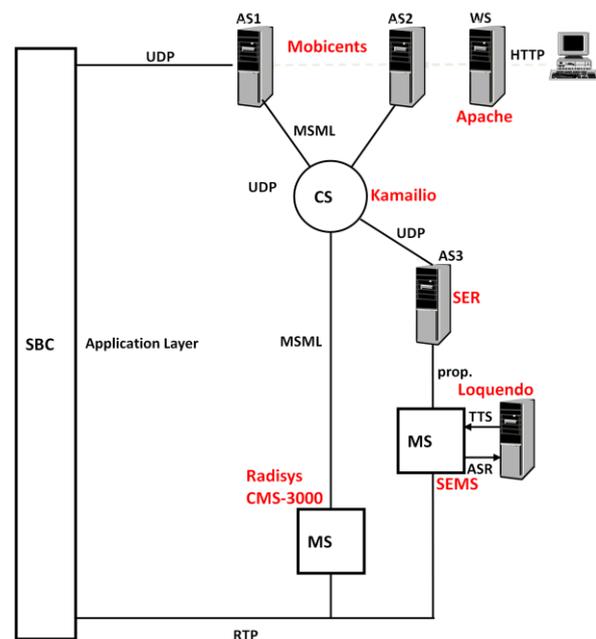
SIP-Hardphone genutzt werden. Um allerdings alle Funktionen nutzen zu können, müssen die eingesetzten Endgeräte SIP over TLS und SRTP unterstützen. Die an der Hochschule für die Nutzung eingesetzten UAs sind:

- Hardphones der Firma SNOM
- Softphones der Firma CounterPath.

Beide UAs unterstützen SIP over TLS sowie SRTP und ermöglichen so die Nutzung aller Funktionen des Testnetzes.

## 2.4 VAS-Netz

Das eingesetzte Mehrwertdienste- bzw. VAS-Netz stellt einen Netzbereich des MoIP-Testnetzes dar, mittels dem Mehrwertdienste angeboten, getestet und weiterentwickelt werden. Der in Bild 3 dargestellte Aufbau zeigt das Prinzip, wie die Server zusammenschaltet und an das MoIP-Kernnetz angebunden sind.



**Bild 3** Architektur des VAS-Netzes

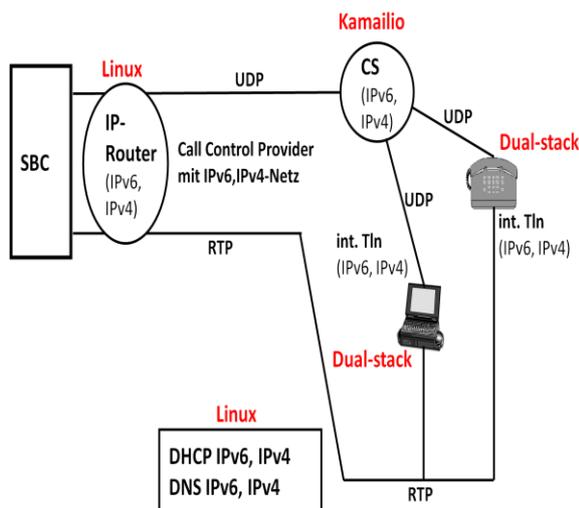
Das in Bild 3 dargestellte Mehrwertdienstenetz ist so angebunden, dass die folgenden, angebotenen Dienste nur über den SBC und CS des MoIP-Kernetzes genutzt werden können:

- Konferenzen (Audio/Video)
- Radio-Nachrichten abhören
- Instant Message-Übersetzung
- Radioprogramm-Streaming
- Lexikonabfragen
- Abstimmungsdienst mit Ergebnis-Webseite
- Wetteransage für diverse Städte
- Aktienwertdienst.

Diese Dienste werden über die Eingabe der entsprechenden SIP URI angewählt. Der CS erkennt daran den gewünschten Dienst und sendet die SIP-Anfragen an die vorher definierte Schnittstelle des SBCs. Dieser führt eine notwendige Übersetzung von SIP over TLS in SIP over UDP, bei der Dienstebereitstellung auch SRTP in RTP, durch und sendet nach der Änderung der SIP- und SDP-Details (B2BUA mit Topology Hiding) die SIP-Anfragen an den entsprechenden SIP Application Server (AS) für den gewünschten Dienst. Die eingesetzten SIP AS sind zum einen mittels Open Source SW Mobicents, erforderlichenfalls in Verbindung mit dem Media Server Radisys CMS-3000 für die Medienbehandlung, realisiert, zum anderen mit SER (SIP Express Router) und SEMS (SIP Express Media Server).

## 2.5 MoIPv6-Netz

Das MoIPv6-Netz dient der Sammlung von Erfahrungen im Umgang mit IPv6, SIP und RTP für MoIP. In Bild 4 werden die genutzten Netzelemente und deren Anbindung an das MoIP-Kernnetz dargestellt.



**Bild 4** MoIPv6-Netz

Wie in Bild 4 gezeigt, können sich die IPv4/IPv6 SIP UAs an einem IPv4/IPv6 CS registrieren. Zusätzlich zu dem Location und Registrar Server des CS kommt hier noch ein zusätzlich integrierter RTP-Proxy hinzu. Dieser könnte sich ohne Weiteres auch auf einem anderen Server befinden. Der RTP-Proxy ist notwendig, um RTP-Sessions zwischen den unterschiedlichen IP-Versionen aufbauen und umsetzen zu können.

Bei einer eingehenden SIP INVITE-Anfrage am CS wird zunächst die IP-Version des Anrufesenders ermittelt und diese mit der Ziel-IP-Version aus der Location Table des CS verglichen. Sollte die IP-Version identisch sein, wird die SIP INVITE-Anfrage ohne Änderungen an den Ziel-SIP UA weitergeleitet. Sollte der Empfänger der SIP INVITE-Anfrage mit einer

anderen IP-Version am CS angemeldet sein, so wird die SIP INVITE-Anfrage mit entsprechend der genutzten IP-Version angepasster IP-Adresse im SIP Contact Header Field und angepasstem Connection SDP-Parameter (Session Description Protocol) weitergeleitet.

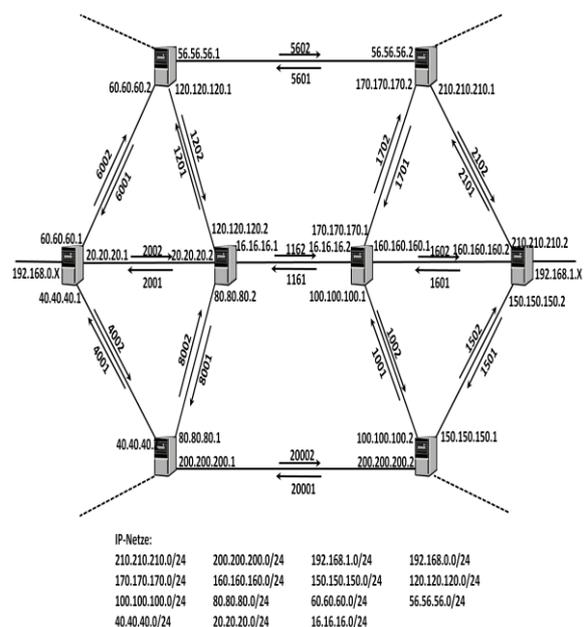
In der SIP-Antwort 200 OK des CS an den Anrufenden User Agent wird im Kontaktfeld der SIP-Nachricht und im Connection-Parameter des SDP die IP-Adresse mit der IP-Version des RTP-Proxies und des CS entsprechend der IP-Version des Anrufers zurückgesendet. Damit wird die entstehende RTP-Session auf den RTP-Proxy für die IP-Adressumsetzung umgeleitet, und die einzelnen UAs mit unterschiedlicher IP-Version können Sessions miteinander aufbauen.

## 2.6 Virtualisierung

Die Virtualisierung von Netzelementen wird in Zukunft einen erhöhten Stellenwert im Aufbau von Netzen einnehmen, da diese dann mit wenigen Standard-Servern realisiert werden können und damit Kosten für Wartung und Hardware eingespart werden. In diesem Sinne wurde die Realisierung des MoIP-Testnetzes mit je nach Ausbau 24 bis 34 virtuellen Maschinen durchgeführt. Darunter fallen u.a. CSs, PS, VBS, Chat Server, AS, WS sowie IP- und MPLS-Router.

### 2.6.1 Virtuelles MPLS-Netz

Das virtuelle MPLS-Netz des MoIP-Testnetzes wurde auf acht virtuellen Maschinen aufgesetzt und ist in Bild 5 dargestellt.



**Bild 5** MPLS-Netz mit virtuellen Routern

Dieses MPLS-Netz besteht aus 15 IP-Netzen, die mittels statischem Switching und 26 MPLS-Tags untereinander kommunizieren können [2].

## 2.6.2 Virtuelle IP-Router

Virtuelle IP-Router wurden auf Basis der Open Source Software Vyatta in das MoIP-Testnetz integriert [3] und ermöglichen es Studierenden, in Zukunft bestimmte Laborversuche online über einen VPN-Zugang durchzuführen. Zudem kann das bestehende IP-Netz mittels dieser Router erweitert und je nach Bedarf angepasst werden.

## 2.7 Beispiele für Mehrwertdienste

Zur Verdeutlichung der Abläufe und der Nutzung des MoIP-Testnetzes folgen zwei Beispiele für die Nutzung von Mehrwertdiensten aus dem internen und dem öffentlichen IP-Netz.

### 2.7.1 Konferenzdienst

Im folgenden Beispiel wird der Auf- und Abbau einer Audio-Konferenz durch einen UA erklärt. Dabei werden gemäß Bild 6 insbesondere der die Konferenz steuernde SIP Application Server (AS) und der als Mixer fungierende Media Server (MS) einbezogen.

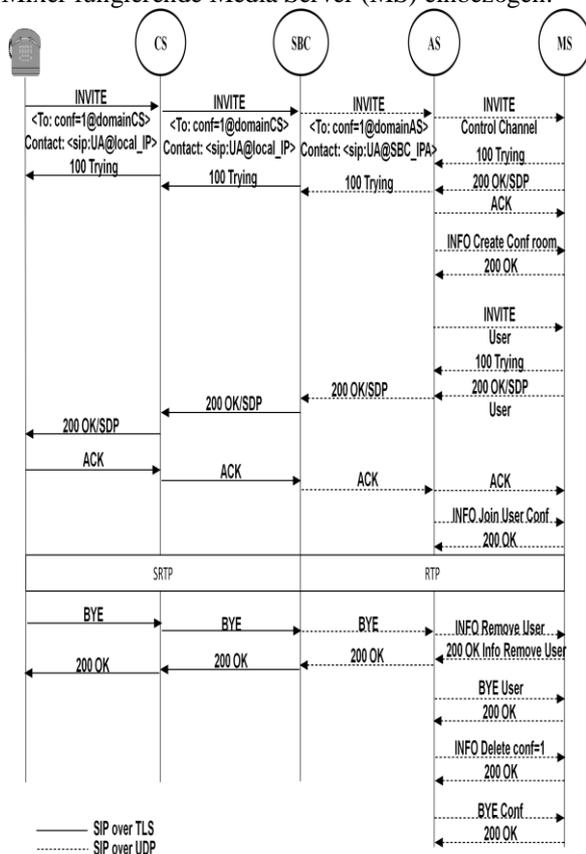


Bild 6 Konferenzauf- und -abbau mit AS und MS

Der durch einen UA aus dem lokalen IP-Labornetz initiierte Konferenz- bzw. Verbindungsaufbau beginnt nach vorangegangener Registrierung mit einer SIP INVITE-Anfrage (over TLS) an die SIP Request URI „conf=1@domainCS“ an den CS. Dieser erkennt anhand der SIP URI, dass der Konferenzraum 1 ausgewählt werden soll, und leitet die SIP INVITE-Anfrage an den SBC weiter.

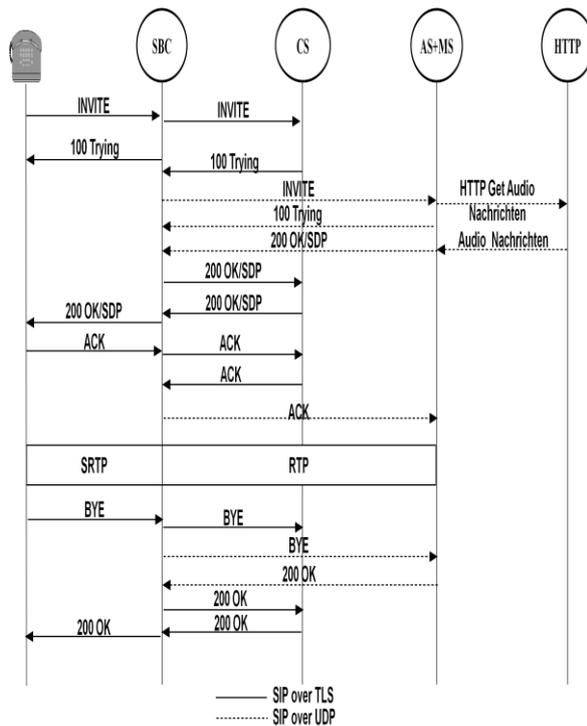
Der SBC erkennt anhand der Request URI, dass der entsprechende AS für den Konferenzdienst als Ziel für die SIP INVITE-Anfrage ausgewählt werden muss: conf=1@domainAS. Nach Empfang der SIP INVITE-Anfrage durch den AS initiiert dieser zunächst mit einer neuen SIP INVITE-Anfrage einen Kontrolldialog zum MS. Mittels dieses Dialogs kann eine SIP INFO-Nachricht an den MS gesendet werden, in der im XML-Format die Informationen zur Erzeugung des entsprechenden Konferenzraums 1 übermittelt werden. Zum Einsatz kommt hierfür MSML (Media Server Markup Language). Das Erzeugen des Konferenzraums wird vom ersten UA angestoßen, der der Konferenz beiträgt. Dazu wird die ursprünglich erhaltene SIP INVITE-Anfrage vom AS an den MS weitergeleitet.

Entsprechend des SIP „Three Way Handshakes“ wartet der AS mit dem Hinzufügen des UAs zur Konferenz, bis die SIP ACK-Nachricht des UA über CS und SBC am AS ankommt. Erst dann wird der UA mit einer weiteren SIP INFO-Nachricht an den MS der erzeugten Konferenz hinzugefügt. Die SRTP-Pakete des UA an den MS werden vom SBC in RTP umgewandelt, die RTP-Pakete vom MS an den UA entsprechend von RTP in SRTP. In der Folge könnten weitere UAs der Konferenz beitreten.

Durch das Senden einer SIP BYE-Nachricht durch den UA wird dieser zunächst mittels einer SIP INFO-Nachricht aus der Konferenz entfernt. Der zugehörige Dialog mit dem MS wird durch das Senden einer BYE-Nachricht beendet. Sollte der UA der letzte Teilnehmer der Konferenz gewesen sein, so wird der Konferenzraum durch eine weitere SIP INFO-Nachricht geschlossen und mit dem Senden einer weiteren SIP BYE-Nachricht auch der geöffnete Dialog für diesen Konferenzraum beendet.

### 2.7.2 Nachrichtendienst

Ein weiterer Mehrwertdienst, der vom MoIP-Testnetz bereitgestellt wird, ist ein Radio-Nachrichtendienst. Ziel hierbei ist es, dem Nutzer bei Bedarf zeitunabhängig die aktuellsten Radio-Nachrichten per RTP-Session zur Verfügung zu stellen. Dabei sendet, wie im Beispiel in Bild 7 dargestellt, ein externer, registrierter UA via Internet eine SIP INVITE-Anfrage mit der Request SIP URI nachrichten@domain an den SBC, der bei gültiger Registrierung die Anfrage an den CS weiterleitet.



**Bild 7** Radio-Nachrichtendienst

Der CS erkennt anhand der Ziel-URI in der SIP INVITE-Anfrage, dass der zuständige AS aus dem VAS-Netz angesprochen werden muss und leitet diese SIP INVITE-Anfrage an den SBC bzw. an die dafür definierte Schnittstelle weiter. Der SBC wandelt die SIP INVITE-Anfrage von SIP over TLS in SIP over UDP für den zuständigen AS. Grund für diese Konvertierung ist, dass die SIP Application Server bis jetzt TLS nicht unterstützen. Im adressierten AS wird infolge der empfangenen SIP INVITE-Anfrage der Dienst gestartet und das entsprechende Audio-File von der Webseite heruntergeladen. Nach erfolgreichem Ladevorgang wird die 200 OK SIP-Antwort inkl. SDP vom AS an den SBC – CS – SBC – UA zurückgeschickt. Nach der Quittierung mit ACK erhält der UA das gewünschte Audio File per SRTP.

### 3 Zusammenfassung und Ausblick

Das beschriebene MoIP-Testnetz stellt alle wesentlichen NGN-Netzelemente, Protokolle sowie ein breites Spektrum an Basis- und Mehrwertdiensten bereit. Infolge der Virtualisierung können diese Funktionalitäten flexibel genutzt werden. Hochschulmitarbeiter, Studierende und Kooperationspartner steht dieses Framework zur täglichen Nutzung, zum Sammeln von Erfahrungen sowie für Tests und Weiterentwicklungen zur Verfügung.

Für die Zukunft ist die Integration und Entwicklung von weiteren Diensten auf Basis SIP AS Mobicents, die Einbindung von Google-Diensten sowie der Ein-

satz im Zusammenhang mit Smart Grid und Smart Home geplant.

## 4 Literatur

- [1] Trick, Ulrich; Weber, Frank: SIP, TCP/IP und Telekommunikationsnetze. 4. überarbeitete und erweiterte Auflage, Oldenbourg Verlag München, 2009
- [2] Istochnikov, Vladimir: Routing and Switching on the basis of RIP, OSPF, BGP, xSTP and MPLS. Master-Projekt FH Frankfurt, WS 2010/11
- [3] Zeidan, Adham: Entwicklung und Implementierung eines virtuellen IP-Routers mit der Open Source Software Vyatta. Bachelorarbeit FH Frankfurt, 25.03.2011