

# Mobilität und SIP

Frank Weber, Ulrich Trick, Fachgebiet Digitale Übertragungstechnik - Telekommunikationsnetze, FH Frankfurt/M., Kleiststr. 3, D-60318 Frankfurt/M., E-Mail: weber@e-technik.org, trick@e-technik.org

## 1 UMTS Release 5, Mobilfunknetze der 4. Generation

UMTS als die neue Technik für zellulare Mobilfunknetze startet mit dem Release 99. UMTS Release 99 bietet aber im Wesentlichen nur eine neue, leistungsfähigere Zugangstechnik, das UTRAN (Universal Terrestrial Radio Access Network), im Kernnetz wird weiter die GSM- und GPRS-Technik genutzt, die Sprachkommunikation erfolgt nach wie vor leitungsvermittelt. Erst Release 5 stellt im Sinne der Netztechnik eine echte Innovation dar. Hier wurden die Ideen des NGN-Konzepts (Next Generation Networks) mit seinen Vorteilen bei den Kosten und der Zukunftsfähigkeit eines Telekommunikationsnetzes weitgehend berücksichtigt. Entstanden ist eine komplette QoS-IPv6-basierte (Quality of Service), mit Hilfe von SIP (Session Initiation Protocol) Echtzeitmultimedia-kommunikation unterstützende Kommunikationsinfrastruktur mit umfassender Mobilitätsunterstützung [Tric1].

Für die Zeit nach 2010 werden Mobilfunknetze der 4. Generation (4G bzw. Beyond 3G) anvisiert. Hierfür werden derzeit Systeme mit durchgängig offenen IP-Schnittstellen in den Zugangsetznetzen und im Kernnetz inkl. des zugehörigen Mobilitätsmanagements definiert. Sehr hohe Nutzer-Bitraten von bis zu 100 Mbit/s bei gleichzeitiger Mobilität unterstützende Radio Access Network-Systeme (RAN) werden direkt an ein IPv6-Backbone-Netz angebunden. Ganz selbstverständlich wird bei den 4G/Beyond 3G-Forschungsaktivitäten davon ausgegangen, dass SIP für die Verbindungs- und Dienststeuerung im IPv6-Netz zum Einsatz kommt. Dies bestätigt die große Bedeutung von SIP für die Zukunft der Telekommunikationsnetze [Tric1].

## 2 SIP (Session Initiation Protocol)

### 2.1 Architektur

Bild 1 zeigt die prinzipielle Struktur eines IP-basierten Netzes, in dem die Verbindungs- und Dienststeuerung mittels SIP realisiert wird [Tric1; Tric2; 3261].

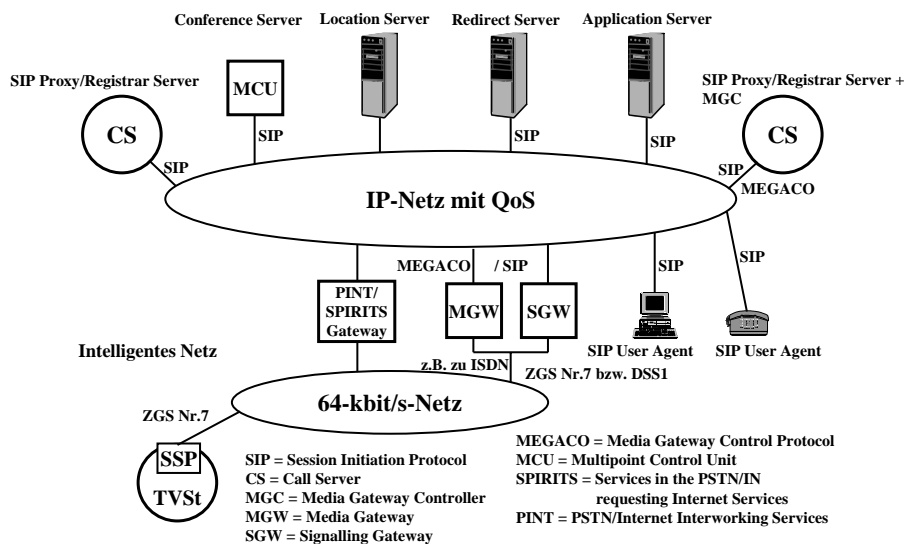


Bild 1: Protokolle für Next Generation Networks mit SIP für die Verbindungssteuerung

Möchte ein SIP User Agent, z.B. ein PC, der mit entsprechender Telefon-Software als Soft Phone arbeitet, über das IP-Netz zu einem Telefon, in diesem Fall einem IP-Phone, eine Verbindung, nutzt er SIP, um nach der Registrierung bei einem SIP Registrar Server über einen SIP Proxy Server und erforderlichenfalls weitere Proxy Server die gewünschte Verbindung aufzubauen. Ist sie zu Stande

gekommen, wird für die paketierte Nutzdaten, die Sprachkommunikation, ein RTP-Kanal (Real-time Transport Protocol) aufgebaut.

Zur Unterstützung einer komfortablen Adressierung, z.B. mit Namen, dient der Location Server. Der Redirect Server unterstützt Benutzermobilität, indem er dem Proxy Server die vom Teilnehmer hinterlegte aktuelle Zieladresse liefert. Die Kommunikation z.B. ins ISDN erfolgt über Gateways, wobei hier entsprechend dem NGN-Konzept das eigentliche Gateway (MGW + SGW) und die Steuerung des MGW getrennt sind. Die Steuerung, der Media Gateway Controller (MGC), ist Teil des Call Servers. Er kommuniziert mit dem MGW beispielsweise über das Media Gateway Control Protocol (MEGACO). Die Application Server dienen zur Realisierung komplexer, übergreifender Dienste. Sie arbeiten mit den SIP Proxy Servern u.a. per SIP zusammen. Der Conference Server/die MCU (Multipoint Control Unit) unterstützt z.B. Konferenzen [Tric1].

## **2.2 SIP-URI (SIP-Uniform Resource Identifier)**

Eine SIP-URI (auch SIP-URL (Uniform Resource Locator)) stellt eine Kontaktadresse eines SIP-Endsystems dar. Ihre Funktion ist vergleichbar mit der einer Telefonrufnummer in leitungsvermittelten TK-Netzen. Der syntaktische Aufbau einer SIP-URI entspricht dem Aufbau einer Email-Adresse: User@Host. „User“ stellt hierbei einen individuellen Benutzernamen dar. „Host“ entspricht einer IP-Adresse bzw. einem Domain-Namen.

Sobald ein SIP User Agent in einem Netzwerk aktiviert wird, generiert er eine „umgebungsabhängige SIP-URI“. In diesem Fall kann „User“ ein beliebiger, zuvor eingegebener Benutzername sein, „Host“ hingegen entspricht der aktuellen IP-Adresse des betreffenden SIP User Agents. Z.B. mike@192.168.0.3 oder 10@192.109.234.124. Die umgebungsabhängige SIP-URI ist also grundsätzlich abhängig vom Netzwerk, in dem sich der betreffende User Agent gerade befindet, da die als „Host“ eingesetzte IP-Adresse netzwerkabhängig ist.

Der Anbieter einer vermittelnden SIP-Kommunikationsinfrastruktur kann einem Kunden eine „ständige SIP-URI“ zuordnen. In diesem Fall ist der Kunde grundsätzlich über diese ständige URI erreichbar, sobald er sich mit einem SIP User Agent von einem beliebigen Ort/aus einem beliebigen Netzwerk bei seinem SIP-Anbieter anmeldet. Diese Registrierung erfolgt bei einem SIP Registrar Server, der den Zusammenhang zwischen der „individuellen SIP-URI“ des gerade benutzten User Agents und der ständigen SIP-URI des Kunden ermittelt. Die daraus gewonnene Information (der temporäre, vergängliche Zusammenhang zwischen einer bestimmten, gerade aktuellen umgebungsabhängigen SIP-URI und der ständigen SIP-URI des Kunden) wird in einem sog. Location Server abgelegt. Soll ein SIP-Nutzer über seine ständige SIP-URI kontaktiert werden, liefert der Location Server diese Information an das vermittelnde SIP-Netzelement (z.B. an einen SIP Proxy Server), das daraufhin zwischen der ständigen und der umgebungsabhängigen SIP-URI des betreffenden SIP-Nutzers vermittelt.

Ggf. kann ein Nutzer zu gleicher Zeit mehrere SIP User Agents mit verschiedenen umgebungsabhängigen SIP-URIs unter derselben ständigen SIP-URI beim Registrar Server seines SIP-Anbieters registrieren.

Auch eine ständige SIP-URI hat den Aufbau „User@Host“, wobei User der beim SIP-Anbieter registrierte Benutzername des Kunden ist. Host hingegen kann z.B. der Domain-Name des Anbieters sein. Z.B. auto@sip-verstehen oder maxmueller@sip.fb2.fh-frankfurt.de.

## **2.3 VoIP (Voice over IP) – Audiokommunikation**

Dies ist gewissermaßen die „Standard-Funktion“ unter den SIP-Anwendungen. Da hier lediglich der prinzipielle Ablauf verschiedener Kommunikationsweisen des SIP gezeigt werden soll, wird im folgenden Beispiel bewusst der einfachste Fall angenommen: eine „direkte Verbindung“ zwischen zwei SIP-Endsystemen ohne den Einsatz weiterer SIP-Netzelemente wie Proxy- und/oder Registrar Server.

Für die direkte Kommunikation zwischen zwei SIP-User Agents ist es erforderlich, dass dem die Verbindung initiiierenden Endsystem die IP-Adresse des Zielsystems bekannt ist.

Im in Bild 2 dargestellten Beispiel wird – ausgehend von User Agent 1 – eine VoIP-Session zwischen den User Agents 1 und 2 aufgebaut und später durch User Agent 2 wieder beendet. Im Rahmen dieser Session kommen die SIP-Nachrichten INVITE, ACK und BYE sowie die Statusinformationen „100 – Trying“, „180 – Ringing“ sowie „200 – OK“ zum Einsatz. Die in Bild 2 mit unterbrochenen Pfeillinien gekennzeichneten Statusinformationen „100 – Trying“ und „180 – Ringing“ sind für den

Verbindungsaufbau nicht zwingend erforderlich, auch wenn ihr Einsatz allgemein üblich ist. Obligatorisch hingegen ist der aus den drei Kommunikationselementen „INVITE“, „200 – OK“ und „ACK“ bestehende Initiierungsablauf, der als „Three-Way-Handshake“ bezeichnet wird. Dass es sich bei dem in Bild 2 dargestellten Beispiel um eine VoIP-Session handelt, geht nur aus den im Rahmen des Three-Way-Handshake ausgetauschten Elementen INVITE und „200 – OK“ hervor, bzw. aus den in deren Message Bodies enthaltenen SDP-Anteilen. In diesen gibt jeder Session-Teilnehmer an, welches Medium (z.B. Audio, Video etc.) er empfangen kann und welche Codecs dazu verwendet werden können.

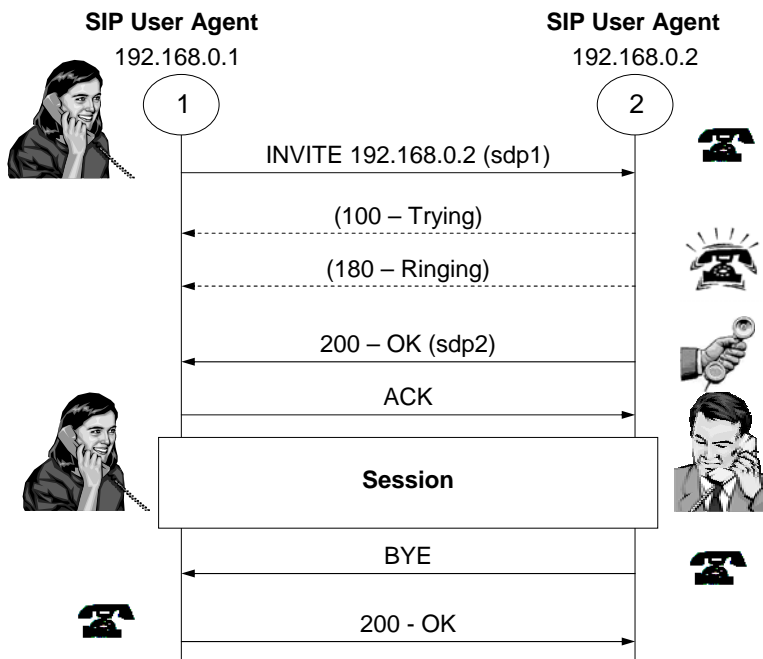


Bild 2: Session-Auf- und Abbau einer reinen Sprachverbindung zwischen zwei SIP-User Agents

### 3 Mobilität

Spätestens seitdem das SIP als Vermittlungsprotokoll für UMTS Release 5 festgelegt worden ist, stellt sich die Frage nach seiner Mobilitätsunterstützung. Ziel dieses Kapitels ist die prinzipielle Betrachtung einiger mobilitätsrelevanter Aspekte in Bezug auf ihre Realisierbarkeit mit SIP.

Grundsätzlich kann man verschiedenartig definierte Formen der Mobilität unterscheiden. Sie werden im Folgenden im Zusammenhang mit SIP erläutert.

#### 3.1 Persönliche Mobilität

„Persönliche Mobilität“ bedeutet, dass ein Benutzer generell unter derselben, ihn persönlich identifizierenden Rufnummer bzw. SIP-URI erreichbar ist, ganz gleich wo er sich befindet und welches Endgerät er benutzt [Schu]. Im SIP ist diese Form der Mobilität bereits durch die Grundfunktion von Registrar Servern implementiert: Ein Benutzer kann sich von jedem Ort mit jedem beliebigen SIP-UA bei demjenigen Registrar Server anmelden, der das Benutzerkonto des jeweiligen Anwenders verwaltet (siehe Bild 3). Anhand des in den REGISTER-Nachrichten jeweils enthaltenen Headers „Contact“ erkennt der Registrar Server die logische Verbindung zwischen der ständigen SIP-URI des Benutzers und seiner derzeitigen IP-Adresse und kann anderen SIP-Netzelementen (wie z.B. Proxy- oder Redirect Servern) diese Information bei Bedarf zur Verfügung stellen.

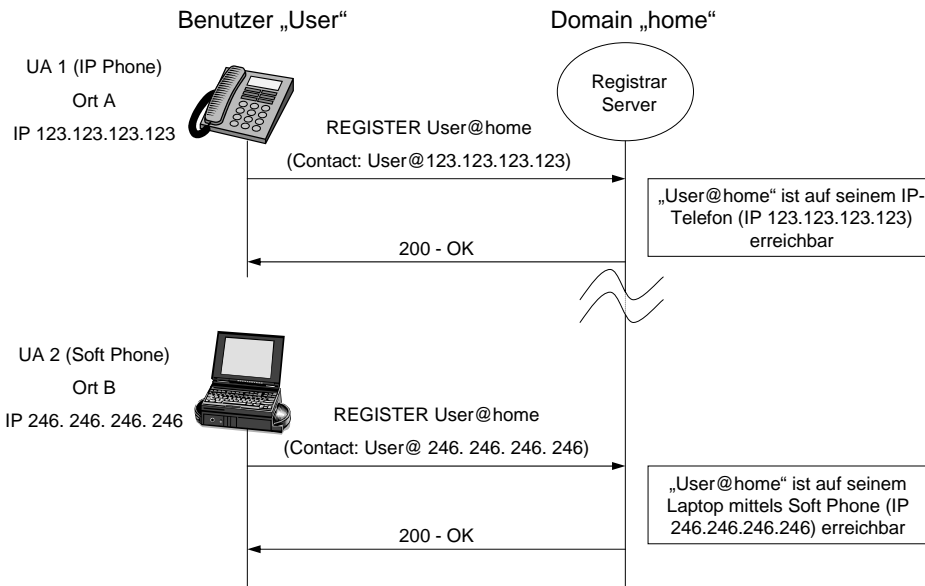


Bild 3: Persönliche Mobilität durch SIP-Registrar Server

Der Benutzer mit der ständigen SIP-URI „User@home“, der sich zunächst am Ort A befindet, hat sich mit seinem IP-Telefon (IP-Adresse: 123.123.123.123) bei dem sein Benutzerkonto verwaltenden Registrar Server (Domain: „home“) registriert. Er ist nun am Ort A über das IP-Telefon unter seiner ständigen SIP-URI erreichbar.

Zu einem späteren Zeitpunkt wechselt der Benutzer seinen Standort. Er befindet sich nun am Ort B. Dort registriert er das auf seinem Laptop installierte SIP-Software-Telefon (IP-Adresse: 246.246.246.246) wiederum bei seinem „Heimat“-Registrar Server mit der Domain „home“.

Der Anwender ist auch nun wieder über seine ständige SIP-URI „User@home“ zu erreichen, obwohl er sich an einem anderen Ort (Ort B) befindet als zuvor und ein anderes Endsystem (Soft Phone auf Laptop) benutzt, dem eine andere IP-Adresse zugewiesen ist.

### 3.2 Session-Mobilität

Unter „Session-Mobilität“ versteht man die Möglichkeit eines Benutzers, das zur Kommunikation benutzte Endgerät während einer laufenden Session zu wechseln, also eine Session auf ein anderes Endgerät zu übertragen. Anwendungen hierfür sind z.B. das Verlegen einer Telefonie-Session von einem Mobil- auf ein Festnetz-Endsystem oder umgekehrt, aber auch das Auslagern einzelner Elemente einer Session auf ein anderes Endsystem (z.B. das Verlagern eines Video-Datenstroms im Rahmen einer kombinierten Audio- und Video-Session auf einen Computer mit entsprechender, zur Video-Wiedergabe geeigneter Software, während die Sprachkommunikation weiterhin über ein herkömmliches Telefonie-Endsystem erfolgen soll) [Schu].

Im SIP existieren derzeit zwei Möglichkeiten, diese Form der Mobilität zu realisieren. Beide Möglichkeiten basieren auf „Third-Party Call Control“, also dem Prinzip der teilautomatisierten Vermittlung einer Kommunikationsverbindung durch eine dritte, am Nutzdatenaustausch unbeteiligte Instanz.

#### 3.2.1 „Third-Party Call Control“ mittels INVITE

Der UA desjenigen Teilnehmers, der die Session vollständig oder teilweise auf ein anderes Endsystem auslagern möchte, betätigt sich als „Session Moderator“, d.h. er vermittelt eine Session zwischen seinem Kommunikationspartner und dem neu hinzukommenden Endsystem. Dies geschieht auf einfachste Weise mit der SIP-Nachricht INVITE.

Im in Bild 4 dargestellten Szenario möchte der Benutzer User1, der über sein als „User1@Mobil“ registriertes Endgerät ein Gespräch mit User2 führt, diese Session auf sein als „User1@Fest“ registriertes Festnetz-Endgerät verlegen.

Hierzu wird – ausgehend von „User1@Mobil“ – zunächst eine INVITE-Nachricht (1) an dasjenige Endsystem (User1@Fest) versendet, das bisher noch nicht an der Kommunikation beteiligt war. Diese Nachricht enthält keinen SDP-Anteil, da sie von demjenigen UA ausgeht, der zukünftig nicht mehr am Nutzdatsenaustausch teilnehmen wird (d.h. seine Session- und Medien-Parameter sind für die neu zu initiiierende Session irrelevant).

Der UA „User1@Fest“ bestätigt die Annahme der Session durch die Versendung einer Statusinformation „200 – OK“ (2), in der er die für seine Seite gültigen Session- und Medien-Parameter in Form eines SDP-Anteils (SDP2) mitschickt. Das Endsystem „User1@Mobil“ sendet SDP2 im Message Body einer INVITE-Nachricht (3) nun an den anderen Kommunikationspartner „User2@Home“ weiter, der die Annahme der Session-Änderung durch das Senden der Statusinformation „200 – OK“ (4) anerkennt. Diese enthält die für die geänderte Verbindung auf der Seite von „User2@Home“ gültigen Session- und Medien-Parameter in Form der SDP-Nachricht (SDP4).

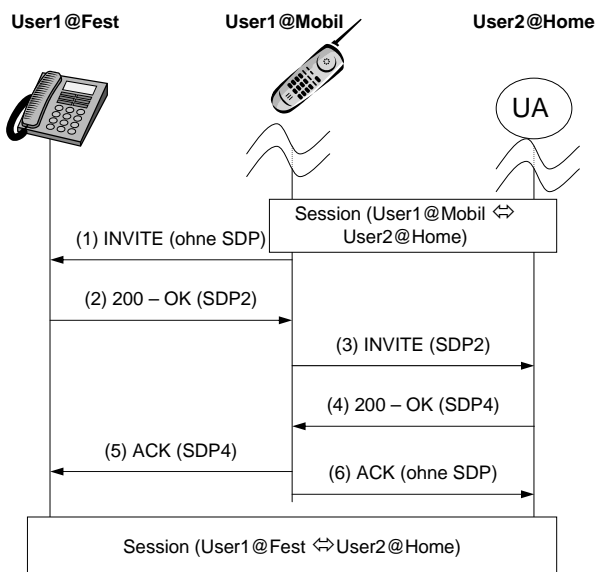


Bild 4: Session-Mobilität durch „Third-Party Call Control“ mittels INVITE-Nachricht

Der nun aus dem Nutzdatsenaustausch ausscheidende UA „User1@Mobil“ leitet SDP4 im Message Body einer ACK-Nachricht (5) an das für ihn in die Kommunikation einsteigende Endsystem „User1@Fest“ weiter. Zur Erfüllung des Three-Way-Handshakes im Rahmen des erfolgreichen Session-Aufbaus versendet „User1@Mobil“ eine weitere ACK-Nachricht (6) an seinen bisherigen Kommunikationspartner „User2@Home“.

Der Nachteil einer derartigen, vollständigen Verlegung einer Session mittels INVITE ist allerdings, dass der „Session Moderator“ (in Bild 4 also „User1@Mobil“) immer als vermittelnde Instanz zwischen den beiden Kommunikationspartnern an der Session beteiligt bleibt, auch wenn er nicht selbst am Nutzdatsenaustausch teilnimmt. Er wird entsprechend z.B. bei der Veränderung von Session-Parametern und auch beim Abbau der Verbindung einbezogen.

Einen besseren Ansatz einer vollständigen oder teilweisen Session-Auslagerung stellt deshalb die Verlegung mittels der REFER-Nachricht dar.

### 3.2.2 „Third-Party Call Control“ mittels REFER

Ähnlich wie bei der mittels INVITE-Nachricht realisierten Verlegung arbeitet der die Session auslagernde UA auch beim Einsatz der REFER-Nachricht [3515] zunächst als Vermittlungsinstanz zwischen dem bisherigen Kommunikationspartner und dem neu hinzukommenden Endgerät. Allerdings wird die Kontrolle über die Session für den Fall der vollständigen Verlegung komplett auf die zukünftigen Kommunikationsinstanzen – also auf die am Nutzdatsenaustausch beteiligten Endsysteme – übertragen.

Das Prinzip einer derartigen Verlegung mittels REFER-Nachricht ist in Bild 5 dargestellt.

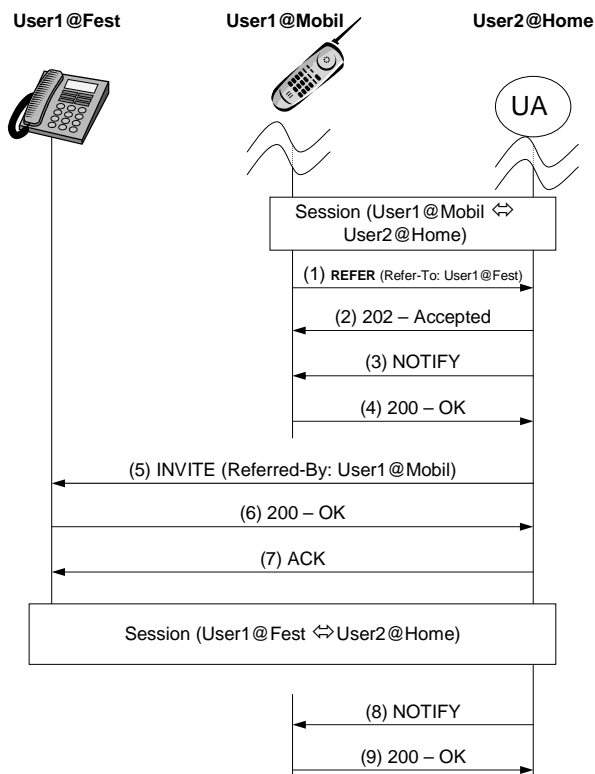


Bild 5: Session-Mobilität durch „Third-Party Call Control“ mittels REFER-Nachricht

Auch hier soll die zu „User2@Home“ bestehende SIP-Session von „User1@Mobil“ an „User1@Fest“ übergeben werden.

Wie Bild 5 zu entnehmen ist, empfängt „User2@Home“ eine REFER-Nachricht (1) von „User1@Mobil“. Diese Nachricht enthält im SIP Message Header „Refer-To“ die Information, dass die Session von „User1@Mobil“ an „User1@Fest“ übergeben werden soll. „User2@Home“ akzeptiert diese Anweisung (Statusinformation „202 – Accepted (2)“) und informiert „User2@Home“ mittels der SIP-Nachricht NOTIFY (3) über die bevorstehende Einleitung der Session-Übergabe. Der Empfang dieser Information wird durch „User1@Mobil“ mit „200 – OK“ (4) bestätigt.

Es folgt ein typischer, von „User2@Home“ ausgehender SIP-Session-Aufbau ((5) bis (7)) zu „User1@Fest“. Dieser erfährt anhand des in der INVITE-Nachricht (5) enthaltenen Headers „Referred-By“ gemäß [Spar] die Identität desjenigen Teilnehmers, von dem die REFER-Nachricht (und somit der Wunsch nach einer Abgabe der Session) ausgegangen ist (hier: „User1@Mobil“). Nach erfolgreichem Session-Aufbau zu „User1@Fest“ löst „User2@Home“ die Übergabebeziehung mit „User1@Mobil“ durch das Aussenden einer weiteren NOTIFY-Nachricht (8). Der Empfang dieser Nachricht wird durch „User1@Mobil“ mit „200 – OK“ bestätigt. Die Übergabe der Session ist somit abgeschlossen. Der User Agent „User1@Mobil“ hat nun keinerlei Funktion mehr bezüglich der an „User1@Fest“ übergebenen Session mit „User2@Home“.

### 3.3 Dienstmobilität

Als „Dienstmobilität“ bezeichnet man die Möglichkeit eines Benutzers, jederzeit bestimmte, individuell auf den jeweiligen Anwender zugeschnittene Dienste in Anspruch nehmen und verwalten zu können, unabhängig davon, wo er sich befindet und welches Endsystem er benutzt.

Die reine Nutzung benutzerspezifischer, durch Service-Provider zur Verfügung gestellter Dienstmerkmale mittels SIP ist orts- sowie endsystemunabhängig durch die erläuterte „persönliche Mobilität“. Ist ein Benutzer bei dem sein Anwenderkonto verwaltenden Registrar Server registriert, kann er die dort eingerichteten Dienste jederzeit in Anspruch nehmen, unabhängig von seinem Standort und dem benutzten Endsystem.

Die zusätzliche Möglichkeit der mobilen Verwaltung Provider-spezifischer Leistungsmerkmale könnte beispielsweise durch die potentielle Zugriffsfähigkeit eines entsprechend autorisierten Benutzers auf einen SIP-Server realisiert werden. Ein Anwender könnte so von jedem Ort und von einem beliebigen

(zur entsprechenden Kommunikation fähigen) Endsystem die für ihn im Server gespeicherten benutzer- und dienstspezifischen Daten modifizieren, unabhängig z.B. von seiner aktuellen IP-Adresse.

Auch die Synchronisation benutzerbezogener, persönlicher Daten (Adressbuch, Kurzwahlliste etc.) zwischen unterschiedlichen Endsystemen mittels SIP ist denkbar. Ein Ansatz hierfür könnte z.B. die Einrichtung einer in einem Registrar Server integrierten Datenbank sein, die beim Registrierungsvorgang durch den UA angesprochen wird. Im Rahmen der REGISTER-Nachricht und weiterer folgender Kommunikationselemente könnten die persönlichen Daten zwischen UA und Datenbank abgeglichen werden, so dass der Anwender jederzeit auf jedem Endsystem, das er gerade benutzt und das sich demzufolge beim Server registriert hat, denselben Datenstand vorfindet. Einen relativen Schutz der persönlichen Nutzerdaten vor Missbrauch würden die ohnehin in professionellen Registrar Servern integrierten AAA-Dienste (Authentication, Authorization and Accounting) zur Verfügung stellen.

### **3.4 Endgerätemobilität**

Der Begriff „Endgerätemobilität“ besagt, dass ein Endsystem – z.B. ein SIP-UA – sowohl bezüglich seiner ständigen Sende- und Empfangsbereitschaft als auch in Bezug auf die Aufrechterhaltung einer gerade währenden Session völlig unabhängig von einem bestimmten IP-Subnetz und somit frei beweglich ist [Schu]. Diese Form der Mobilität macht allerdings nur im Zusammenhang mit einer funkbasierten Kommunikationsinfrastruktur Sinn, da eine festnetz-basierte Endgerätemobilität schlicht eine Verschmelzung aus den in den Kapiteln 3.1 und 3.2 genannten Mobilitätsformen darstellen würde.

Eine differenzierte Betrachtung der funkbasierten Zugangnetzstruktur soll hier allerdings nicht erfolgen. Vielmehr wird aufgezeigt, welche Voraussetzungen auf der Seite der SIP-Anwendungen erfüllt sein müssen, um den reibungslosen Ablauf einer funkbasierten, SIP-vermittelten Kommunikation zu gewährleisten.

Den Schritt zwischen der durch SIP voll unterstützten „persönlichen Mobilität“ und einer potentiellen Endgerätemobilität stellt im Prinzip eine funkbasierte Kommunikationsinfrastruktur in Verbindung mit einer voll automatisierten Implementierung der Session-Mobilität dar. Zwar wird im Falle einer erwünschten Endgerätemobilität keine Session von einem Endsystem an ein anderes übergeben, aber die Aufrechterhaltung einer Session muss auch dann gewährleistet sein, wenn sich die IP-Adresse eines Teilnehmers – z.B. im Rahmen eines Subnetz-Wechsels – ändert. Auch dies verlangt gewissermaßen nach einer „Session-Mobilität“ im Rahmen eines „Handovers“ von einem Subnetz in ein anderes.

Die zur Unterstützung der Endgerätemobilität relevanten Verhaltensweisen von SIP-Endsystemen lassen sich in drei wesentliche Bereiche unterteilen:

- Verhalten im Zustand der Gesprächsbereitschaft
- Verhalten während einer laufenden Session
- Verhalten bei kurzfristigem Ausfall des Funkzugangs (z.B. durch „Funkloch“) oder eines IP-Subnetzes („Network Partition“)

#### **3.4.1 Verhalten im Zustand der Gesprächsbereitschaft**

Um die ständige Bereitschaft zur Aufnahme einer abgehenden oder ankommenden Session sicherzustellen, muss ein SIP-UA jederzeit über eine individuell gültige IP-Adresse verfügen. Um dies auch für den Fall eines diskreten Wechsels in ein anderes IP-Subnetz (z.B. durch den bewegungsbedingten Funkzellenwechsel) zu gewährleisten, muss die SIP-Anwendung von einer potentiellen IP-Adressenänderung des Endsystems Kenntnis erlangen [Schu], durch Abfrage oder automatische Information.

In jedem Fall wird der SIP-UA nach Erhalt einer neuen IP-Adresse diese dem für ihn zuständigen Registrar Server in Form einer neuerlichen REGISTER-Nachricht mitteilen. Der betreffende SIP-UA ist dann weiterhin über seine ständige SIP-URI erreichbar (siehe Bild 6).

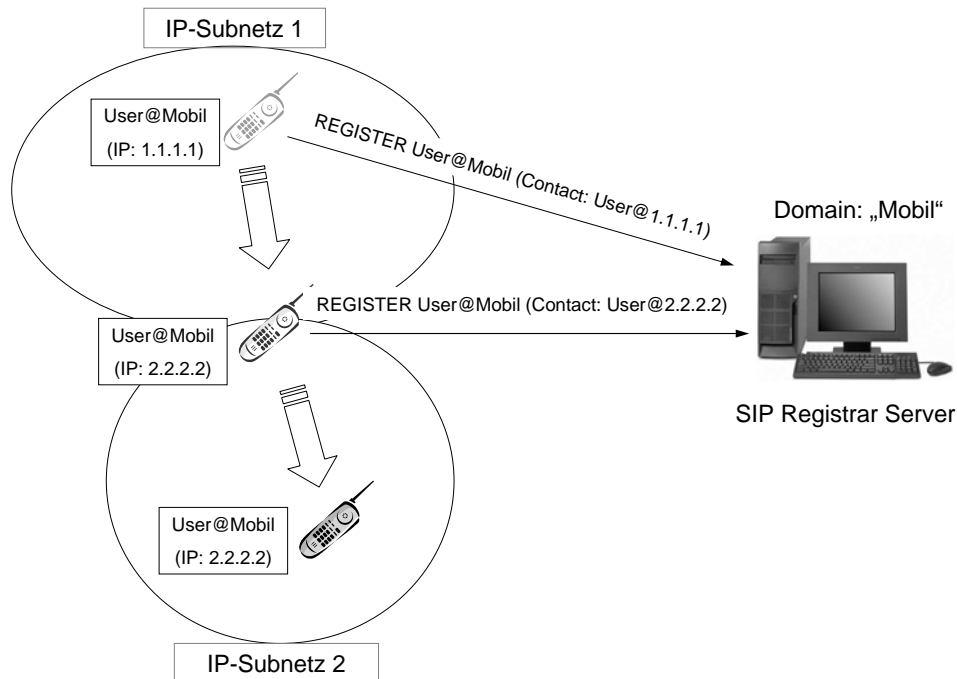


Bild 6: Ständige Erreichbarkeit eines SIP-Users unter derselben SIP-URI („User@Mobil“) durch erneute Registrierung bei einem Registrar Server

Im in Bild 6 dargestellten Szenario findet ein Standort-Wechsel des SIP-Users mit der ständigen SIP-URI „User@Mobil“ statt. Zunächst befindet er sich im funkbasierten IP-Subnetz 1 und hat dort die individuelle IP-Adresse 1.1.1.1. Nach dem Wechsel in das IP-Subnetz 2, in dem ihm die IP-Adresse 2.2.2.2 zugewiesen wurde, registriert er sich selbständig erneut bei dem sein Benutzerkonto verwaltenden Registrar Server (Domain: „Mobil“) unter Angabe seiner neuen IP-Adresse, so dass er auch weiterhin unter seiner ständigen SIP-URI „User@Mobil“ erreichbar ist.

### 3.4.2 Verhalten während einer laufenden Session

Die einfachste Möglichkeit, eine laufende SIP-Kommunikation im Falle eines nötigen IP-Adressen-Wechsels aufrechtzuerhalten, ist die Neuinitialisierung der Session mittels einer INVITE-Nachricht, in deren SDP-Anteil dem Kommunikationspartner die neue IP-Adresse für den RTP-Nutzdatenempfang mitgeteilt wird (siehe Bild 7). Im Falle des Wechsels in ein anderes Subnetz kann dadurch eine kurzfristige Unterbrechung des RTP-Nutzdatentransfers auftreten.

Im in Bild 7 dargestellten Szenario besteht eine SIP-Session mit laufendem Nutzdatenaustausch zwischen den beiden UAs „User@Mobil“ (zunächst mit der IP-Adresse 1.1.1.1) und „Partner@Fest“. „User@Mobil“ bewegt sich im Verlauf dieser Session aus dem Funkbereich seines ursprünglichen IP-Subnetzes 1 heraus. Beim Übertritt in das IP-Subnetz 2 wird dem Endsystem von „User@Mobil“ eine neue IP-Adresse (2.2.2.2) zugeteilt.

Damit der Nutzdatenaustausch zwischen „User@Mobil“ und seinem Kommunikationspartner aufrechterhalten werden kann, muss dieser von der neuen IP-Adresse des mobilen UAs Kenntnis erlangen. Hierzu sendet „User@Mobil“ über seinen „Heimat“-Proxy Server (Domain: „Mobil“) eine INVITE-Nachricht mit dem Zweck der Neuinitialisierung der Session an „Partner@Fest“. Diese INVITE-Nachricht enthält in ihrem SDP-Anteil u.a. den SDP-Parametertyp „c“ („Connection Information“), durch den „Partner@Fest“ die neue, für den Nutzdatenaustausch relevante IP-Adresse von „User@Mobil“ erhält. Ab diesem Zeitpunkt sendet „Partner@Fest“ die von ihm ausgehenden Nutzdaten nur noch an die neue IP-Adresse des UAs „User@Mobil“.



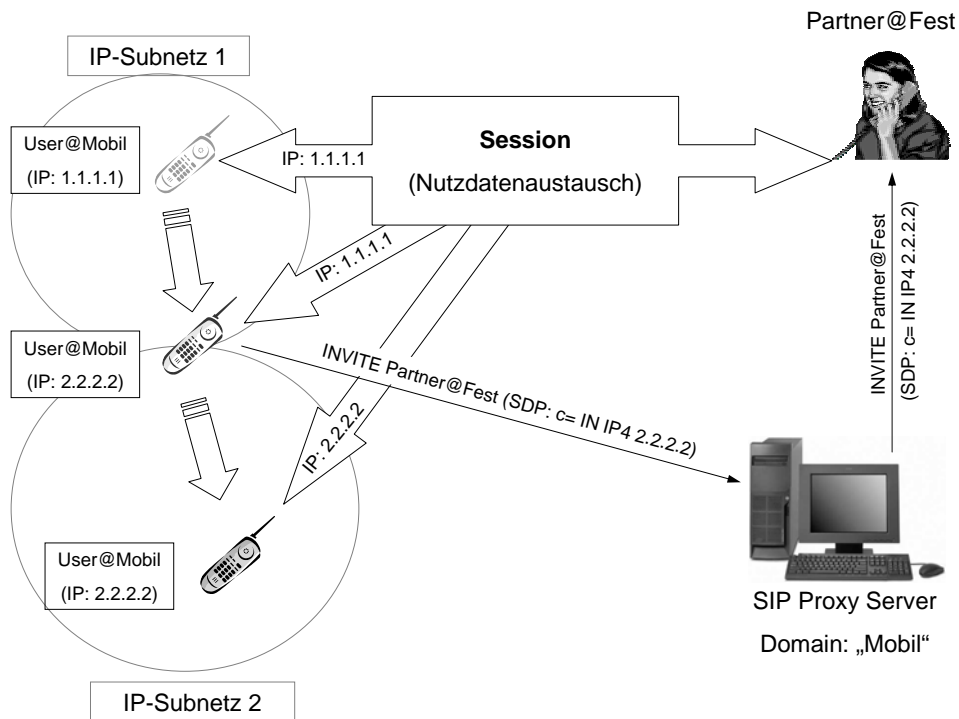


Bild 7: Aufrechterhaltung einer laufenden Session im Falle eines IP-Subnetz-Wechsels durch Neuinitialisierung mittels INVITE

### 3.4.3 Verhalten bei kurzfristigem Ausfall des Funkzugangs (z.B. durch „Funkloch“) oder eines IP-Subnetzes

Im Falle eines Funk- oder Subnetz-Ausfalls bis zu einer halben Minute würde die eigentliche SIP-Kommunikation nicht wesentlich beeinträchtigt, da SIP-Kommunikationselemente beim Ausbleiben einer erwarteten Antwort für diese Zeit automatisch wiederholt werden. Für den Fall eines länger andauernden Ausfalls wäre ein gewisser „Abwurf-Mechanismus“ von Vorteil, der dafür sorgt, dass die beteiligten Kommunikationsinstanzen automatisch den SIP-Proxy- oder Redirect Server der „Heimat-Domäne“ ihres Kommunikationspartners kontaktieren (siehe Bild 8). Auf diese Weise könnte eine SIP-Kommunikation wieder aufgenommen werden, sobald wieder Funkkontakt zum betreffenden UA besteht, selbst wenn einer oder beide Kommunikationspartner in der Zwischenzeit ihren Standort (und damit u.U. ihre temporäre IP-Adresse) gewechselt haben [Schu].

Bild 8 zeigt den Ablauf einer solchen Verbindungs-Wiederaufnahme. Der Benutzer mit der ständigen SIP-URI „User@Mobil“ befindet sich im Bereich des funkbasierten IP-Subnetzes 1. Ihm wurde die IP-Adresse 1.1.1.1 zugewiesen. Mittels einer REGISTER-Nachricht (1) registriert er sich bei seinem „Heimat“-Registrar Server (Domäne: „Mobil“). Dieser bestätigt die Registrierung mit der Statusinformation „200 – OK“ (2). Unmittelbar danach erfolgt ein Netzwerkausfall in IP-Subnetz 1, so dass „User@Mobil“ bis auf weiteres nicht erreichbar ist.

Der Benutzer „Partner@Fest“ möchte eine Session mit „User@Mobil“ initiieren und sendet zu diesem Zweck eine INVITE-Nachricht (3) an den SIP-Server der Domäne „Mobil“. Da diese Domäne lediglich über einen kombinierten Registrar- und Redirect Server verfügt, wird die INVITE-Nachricht nicht durch den Server an „User@Mobil“ weitergeleitet, sondern es erfolgt eine Umleitungsaussage in Form der Statusinformation „302 – Moved temporarily“ (4) durch den Redirect Server an „Partner@Fest“. Diese Statusinformation enthält im Header „Contact“ diejenige SIP-URI, unter der der gewünschte Kommunikationspartner zu dieser Zeit erreichbar ist („User@1.1.1.1“).

„Partner@Fest“ bestätigt den Empfang der Umleitungsaussage mit der Nachricht „ACK“ (5) und versendet umgehend eine INVITE-Nachricht (6) mit dem Zweck der Initiierung einer Session an „User@1.1.1.1“. Aufgrund des Netzwerkausfalls in Subnetz 1 kommt diese Nachricht allerdings nie beim Zielsystem an; entsprechend erfolgt keinerlei Rückmeldung durch „User@1.1.1.1“.

Der Benutzer mit der ständigen SIP-URI „User@Mobil“ hat sich zwischenzeitlich in den Funkbereich des IP-Subnetzes 2 bewegt. Ihm wird eine neue temporäre IP-Adresse (2.2.2.2) zugewiesen und er registriert sich gemäß Bild 8 erneut mit einer REGISTER-Nachricht (7) beim Registrar Server seiner

„Heimat“-Domäne. Der Server bestätigt die neuerliche Registrierung mit der Statusinformation „200 – OK“ (8).

Nach Ablauf einer gewissen Zeit, in der „Partner@Fest“ erfolglos versucht hat, „User@1.1.1.1“ zu kontaktieren, löscht das SIP-Endsystem von „Partner@Fest“ die in Schritt (4) vom Redirect Server empfangene Kontaktinformation. „Partner@Fest“ kontaktiert nun erneut den Redirect Server der Domain „Mobil“ in Form einer INVITE-Nachricht (9) mit dem Ziel, eine neue, aktuelle Kontakt-URI von „User@Mobil“ zu erhalten.

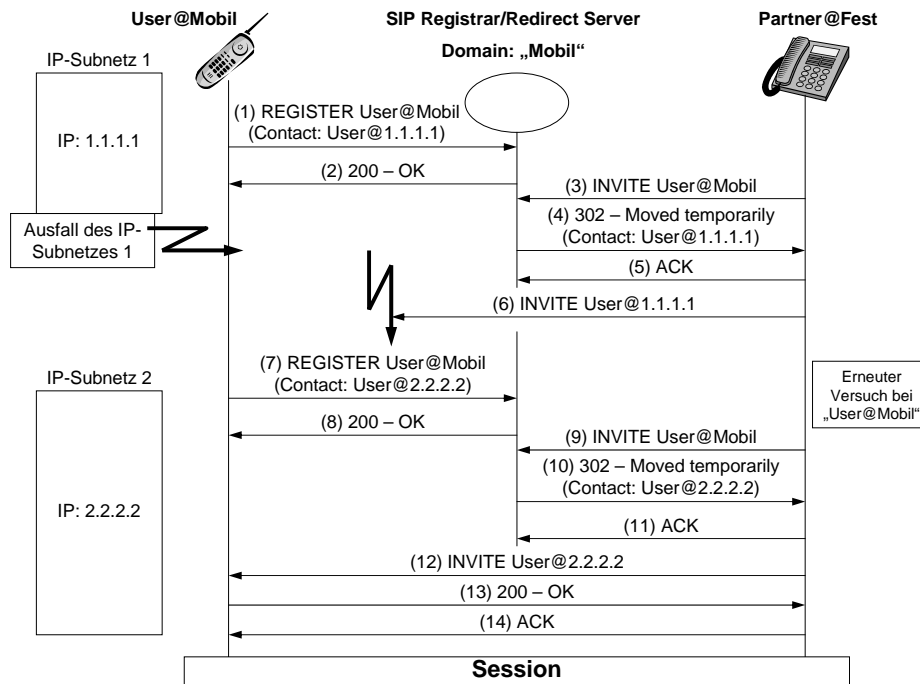


Bild 8: Automatischer Abwurf nach einem erfolglosen Session-Initiierungsversuch, anschließend erfolgreicher Verbindungsaufbau

Der Redirect Server der Domäne „Mobil“ reagiert auf die erneute Anfrage durch „Partner@Fest“ wiederum mit der Statusinformation „302 – Moved temporarily“ (10) und teilt diesem darin die neue temporäre URI („User@2.2.2.2“) des gewünschten Kommunikationspartners mit. „Partner@Fest“ sendet an diese URI eine INVITE-Nachricht (12), die das Zielsystem erreicht. Durch die Komplettierung des zum Verbindungsaufbau notwendigen Three-Way-Handshakes mittels der Statusinformation „200 – OK“ (13) und der Nachricht „ACK“ (14) wird also erfolgreich eine Session zwischen „User@2.2.2.2“ alias „User@Mobil“ und „Partner@Fest“ aufgebaut.

Obige Ausführungen zeigen, dass SIP bereits alle wesentlichen Funktionen zur Unterstützung umfassender Mobilität bei Session-gesteuerter Kommunikation mitbringt. Damit kann SIP die Basis für übergreifende Mobilität in heterogenen Netzen, zwischen Fest- und Mobilfunknetzen, zwischen Wireless LANs und Wired LANs etc. sein.

## Literatur

- [3261] 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
- [3515] Sparks, R.: RFC 3515 – The Session Initiation Protocol (SIP) Refer Method. IETF, April 2003
- [Schu] Schulzrinne, Henning; Wedlund, Elin: Application-Layer Mobility Support using SIP. Mobile Computing and Communications Review (MC2R), Volume 4, Number 3, Columbia University, July 2000

- [Spar] Sparks, R.: draft-ietf-sip-referredby-05 – The SIP Referred-By Mechanism. IETF, March 2004
- [Tric1] Trick, Ulrich; Weber, Frank: SIP, TCP/IP und Telekommunikationsnetze. Oldenbourg, 2004
- [Tric2] Trick, Ulrich: NGN im Laboreinsatz. NET 4/03, S.35-37

Veröffentlicht in: ITG-Fachbericht 184 Mobilfunk, S. 21-31, Juni 2004