

TCP Timer Management

Einleitung

TCP verwendet verschiedenste Timer. Der wichtigste Timer ist der Retransmission Timer.

- ▶ Wenn ein Segment gesendet wird, wird der Timer gestartet
- ▶ Wenn der Timer abgelaufen ist und der Sender keine ACK für dieses Segment erhalten hat, wird es neu übertragen (Retransmission Time-out, RTO).

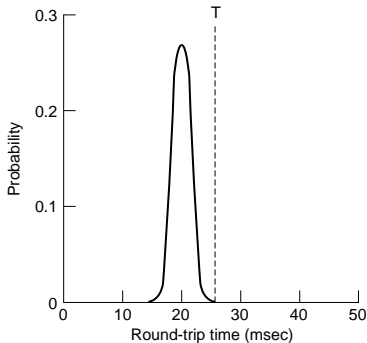
Das Problem ist Wahl der Länge des Retransmission Timer.

- ▶ Zu kurz erzeugt zu viele Retransmissions.
- ▶ Zu lang erzeugt zu großes Delay bei Paketverlusten.

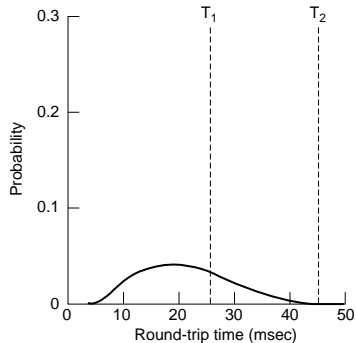
Abhängigkeit von der Round Trip Time (RTT)

- ▶ RTT hat bei TCP eine hohe Varianz durch unterschiedliche Laufzeiten, delayed ACKs,...
- ▶ In der Sicherungsschicht ist die Varianz z.B. sehr viel kleiner.

Vergleich Verteilungsdichtefunktion der RTT



(a)



(b)

(c) Tanenbaum, Computer Networks

a) Sicherungsschicht

b) TCP (T_1 zu klein, T_2 zu groß)

Berechnung der Round Trip Time (RTT)

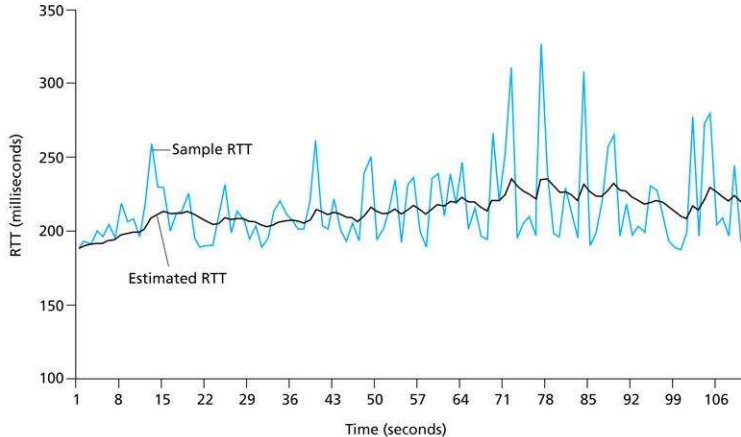
TCP verwendet ein dynamisches Verfahren, das versucht die aktuelle RTT zu bestimmen. Die mittlere RTT kann stark variieren, z.B. wenn Congestion auftritt.

- ▶ Für jede Verbindung bestimmt TCP kontinuierlich einen Wert *RTT*.
- ▶ Bei jedem Segment wird die Laufzeit *M* zwischen Senden und ACK gemessen.
- ▶ Der aktuelle Wert für RTT wird dann durch eine gewichtete Mittlung bestimmt

$$RTT = \alpha RTT + (1 - \alpha)M$$

- ▶ α beschreibt die Gewichtung der Vergangenheit, typisch ist z.B. $\alpha = 7/8$.

Berechnung der Round Trip Time (RTT)



(c)Kurose and Ross, Computer Networking

Berechnung der RTO Schwelle

Aus der ermittelten RTT muß nun ein Wert für die Retransmission Time-out Schwelle *RTO* bestimmt werden.

Erster einfacher Ansatz war $RTO = \beta \cdot RTT$.

- ▶ Problem in der Wahl von β (zunächst oft $\beta = 2$.)
- ▶ fester Wert für β berücksichtigt nicht Änderungen der Varianz z.B. bei Congestion

Jacobsen, 1988: β soll ungefähr proportional zur Standardabweichung der Verteilungsdichtefunktion der Laufzeit *M*.

- ▶ Als Vereinfachung wird die mittlere Abweichung anstatt der Standardabweichung genommen.

Berechnung der RTO Schwelle - Fortsetzung

Bestimmung der mittleren Abweichung D

- ▶ Berechnung der Differenz $|RTT - M|$ zwischen der Laufzeit M und ihrem Mittelwert
- ▶ Der aktuelle Wert für D wird dann durch eine gewichtete Mittlung bestimmt

$$D = \alpha D + (1 - \alpha) |RTT - M|$$

- ▶ α kann aber muß nicht identisch sein zur RTT Berechnung
- ▶ Diese Version wird in den meisten TCP Implementierung verwendet

Bestimmung der Retransmission Time-out Schwelle RTO

$$RTO = RTT + 4 \cdot D$$

- ▶ Faktor 4 ist willkürlich, liefert aber gute Ergebnisse

Karn's Algorithm

Karn's Algorithm

- ▶ Problem: Bei der RTT Berechnung kann nicht zwischen ACKs für Originalpakete und Retransmissions unterschieden werden.
- ▶ Lösungsansatz: Pakete mit Retransmissions werden nicht zur RTT Berechnung verwendet. Bei jedem Fehler wird RTO erhöht (z.B. verdoppelt).

Weitere Timer

Persistence Timer

- ▶ Problem: Wenn Sendefreigaben (z.B. Windowsize >0) des Empfängers verloren gehen, entsteht ein Deadlock.
- ▶ Lösungsansatz: In bestimmten Zeitintervallen fragt der Sender die Windowsize des Empfängers ab.

Keepalive Timer

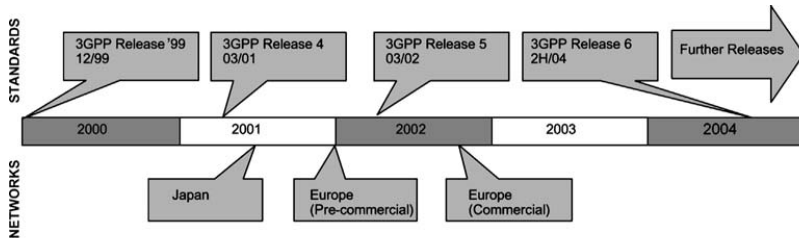
- ▶ Wenn eine Verbindung lange nicht aktiv war, wird überprüft ob die Verbindung noch existiert. Erhält man keine Antwort, wird die Verbindung abgebaut.

UMTS

Universal Mobile Telecommunication Services

Entstehung

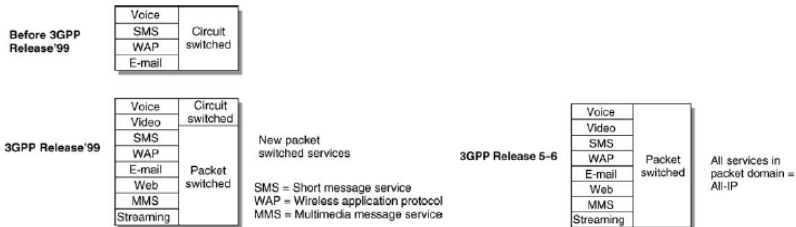
- ▶ Standardisierung durch 3GPP (3rd Generation Partnership Project, www.3gpp.org)
- ▶ Zusammenschluß von Firmen aus USA, Japan und Europa
- ▶ weltweiter Standard als Nachfolger z.B. von GSM
- ▶ Starke Ausrichtung auf Datendienste
- ▶ Inkrementelle Releases mit zusätzlichen Features
- ▶ Standards verfügbar auf www.etsi.org



(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

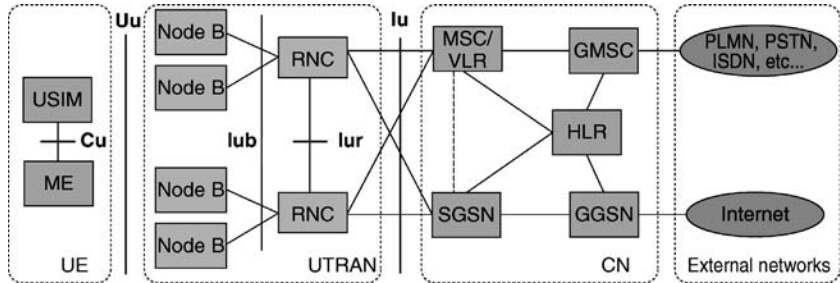
Entwicklung Richtung All-IP

- ▶ Mit den Releases weitere Fokussierung auf Datenübertragung
- ▶ neue Übertragungstechniken wie HSDPA/HSUPA
- ▶ nur noch packet switched Dienste
- ▶ IP Multimedia Sub-System (IMS)



(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

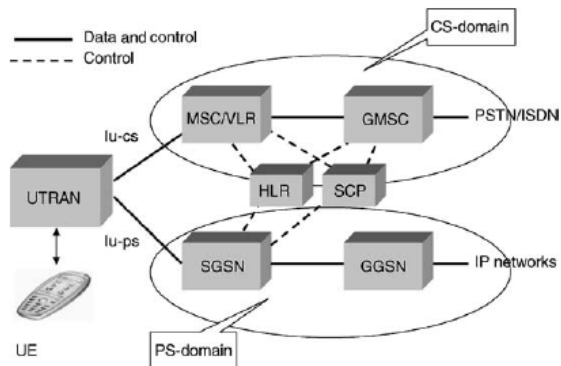
Übersicht der Architektur



(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

UE (User Equipment), Node B (Basestation, BTS), RNC (Radio Network Controller), UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network), CN (Core Network)

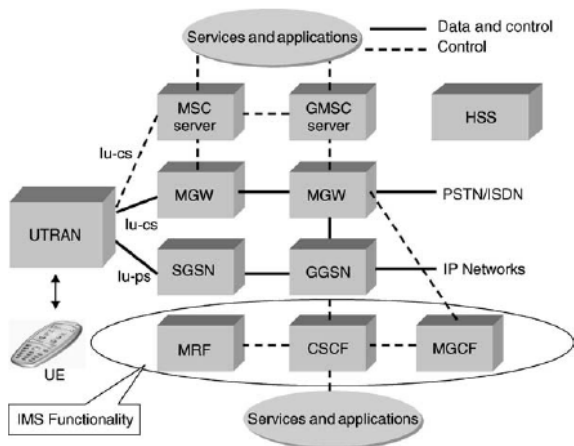
Core Network Architektur Release 99



(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

- ▶ Trennung Circuit Switched (CS) und Packet Switched (PS)

Core Network Architektur Release 5

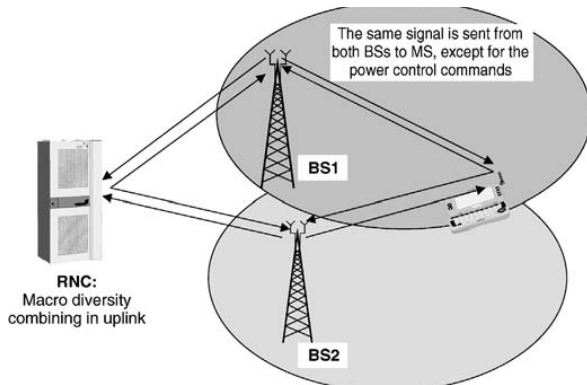


(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

- Umstellung auf Packet Switched und Integration von IMS

Soft Handover (SHO)

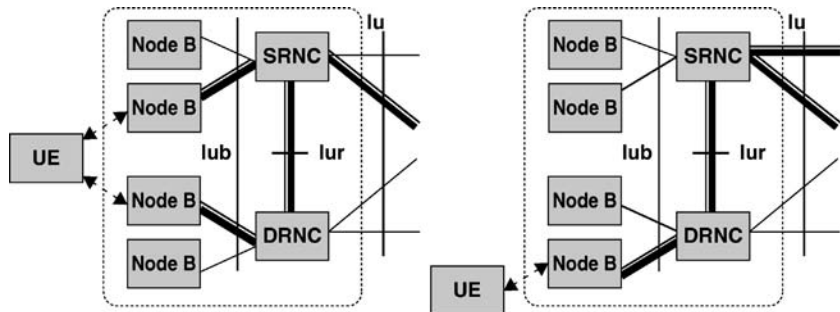
- ▶ UE ist gleichzeitig mit mehreren (bis zu 6) Node B verbunden



(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

Radio Network Controller (RNC)

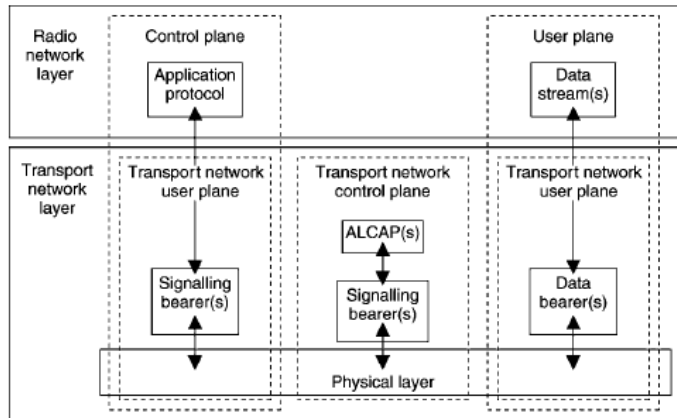
- ▶ Serving RNC (SRNC), Drift RNC (DRNC)
- ▶ Beispiele: links Soft Handover, rechts Remote Controlled



(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

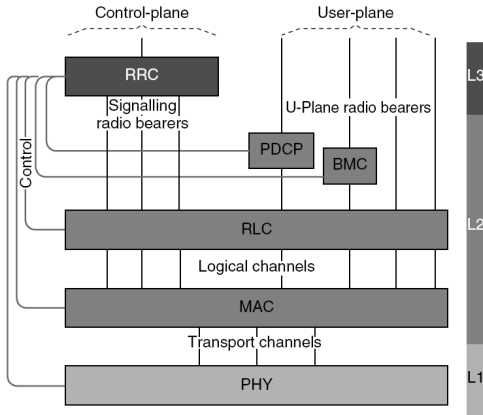
Protokoll Modell für UTRAN

- Aufteilung in Control Plane und User Plane



(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

Protokoll Architektur Radio Interface

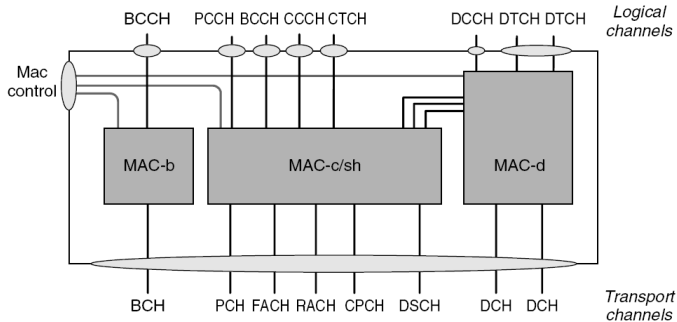


(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

RRC (Radio Resource Control), RLC (Radio Link Control),
 MAC (Medium Access Control), PHY (Physical Layer)

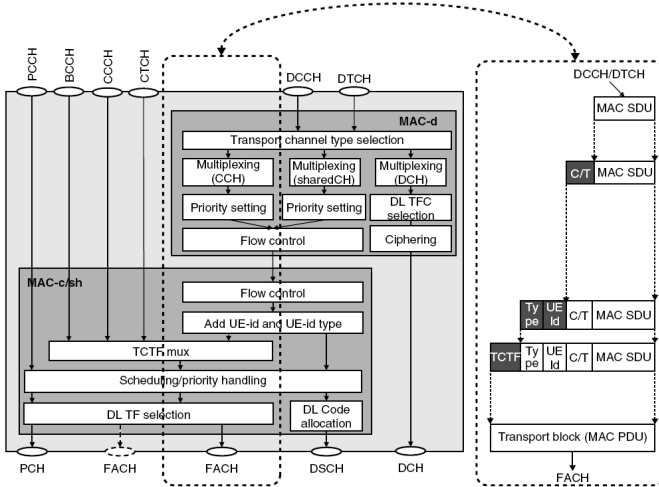
Architektur der MAC Layer

- ▶ MAC-b für broadcast channel
- ▶ MAC-c/sh für common und shared channels
- ▶ MAC-d für dedicated channels

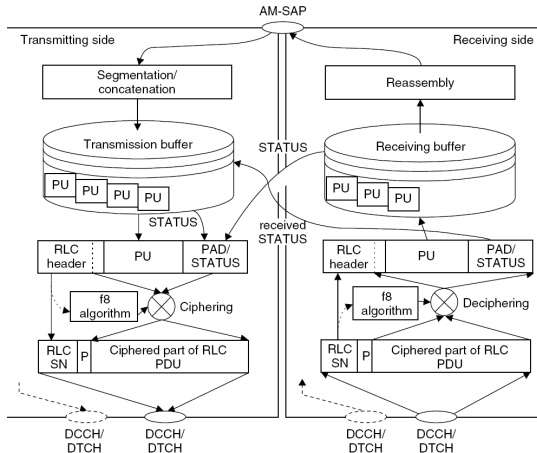


(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

Aufbau einer MAC Entity im UTRAN



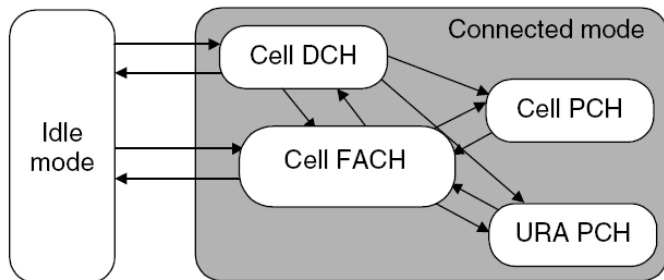
Aufbau einer RLC Entity im Acknowledged Mode



(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

- ▶ Acknowledged Mode beinhaltet ACKs

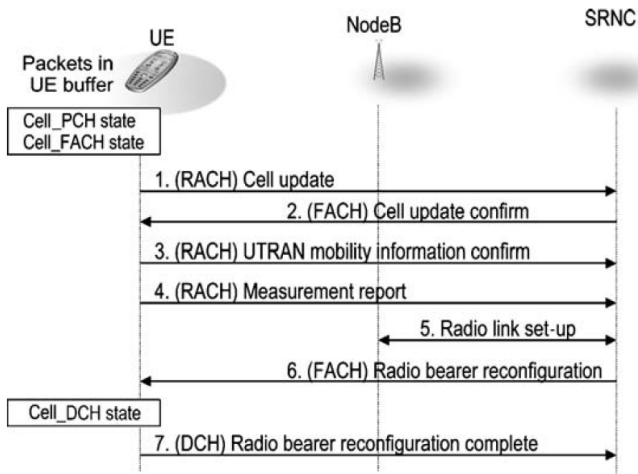
Zustände des RRC und des UE



(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

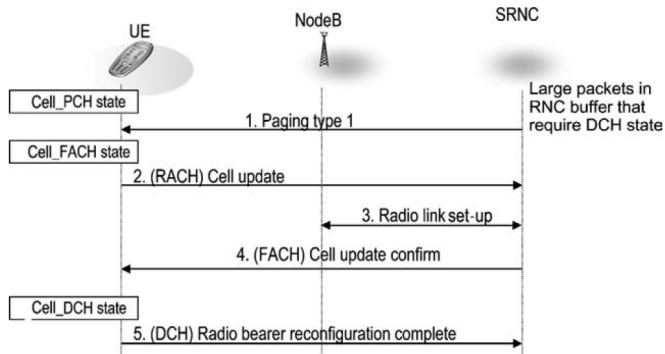
- ▶ DCH, dedicated channel
- ▶ FACH, forward access channel
- ▶ PCH, paging channel
- ▶ URA, UTRAN registration area

Aufbau einer Verbindung durch das UE



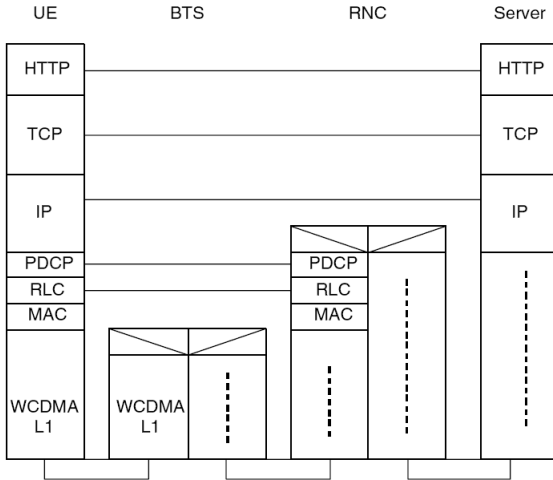
(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

Aufbau einer Verbindung durch das Netzwerk



(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

Protokollstapel bei HTTP Nutzung



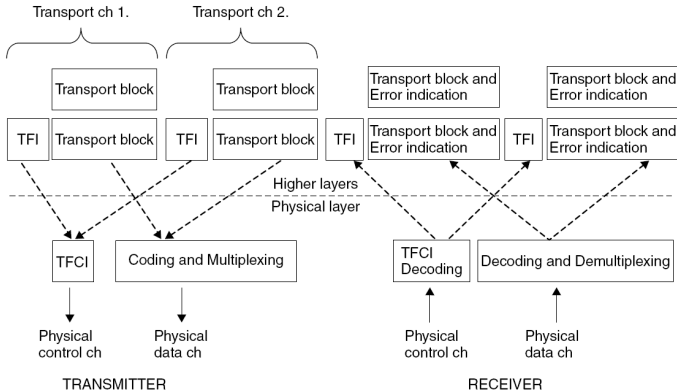
(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

QoS Klassen in UMTS

Example service	Voice over IP	Video streaming	Web browsing	Multimedia message
QoS class	Conversational	Streaming	Interactive	Background
Guaranteed min bit rate	Yes, guaranteed min bit rate		No, but prioritisation possible	
Scheduling	Non-scheduled		Scheduled by packet scheduler	
Transport channels	DCH		DCH, DSCH, HS-DSCH RACH/FACH/CPCH	

(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

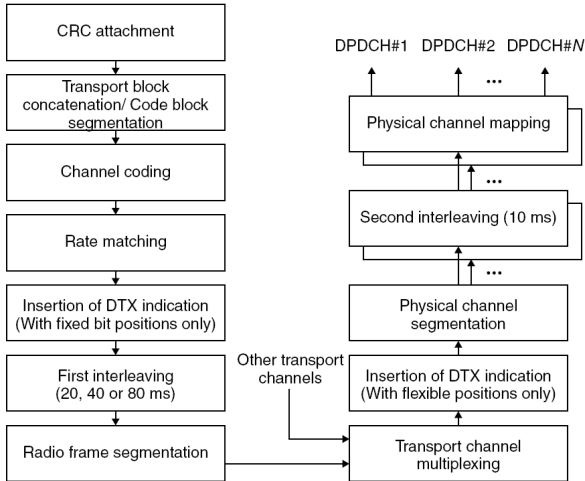
Interface der Physical Layer



(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

- ▶ Multiplexing mehrerer Transport Channels

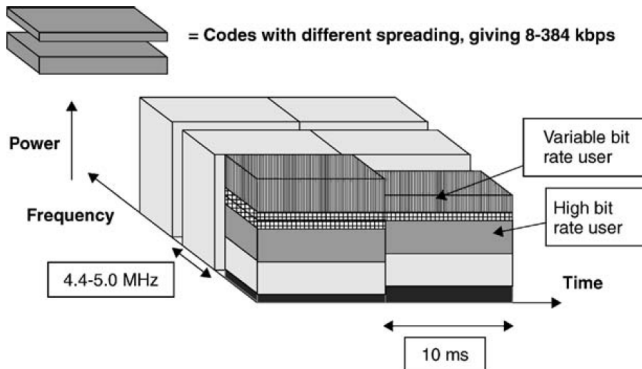
Multiplexing und Kanalcodierung



(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

Prinzip von Wideband CDMA

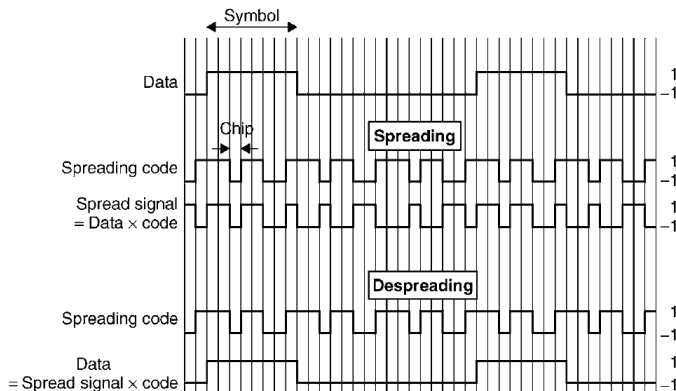
- ▶ UMTS basiert auf CDMA (Code Division Multiple Access)
- ▶ Nutzer/Kanäle werden durch Codes unterschieden
- ▶ Codes sind orthogonale Bit Sequenzen



(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

Prinzip des (De-)Spreadings

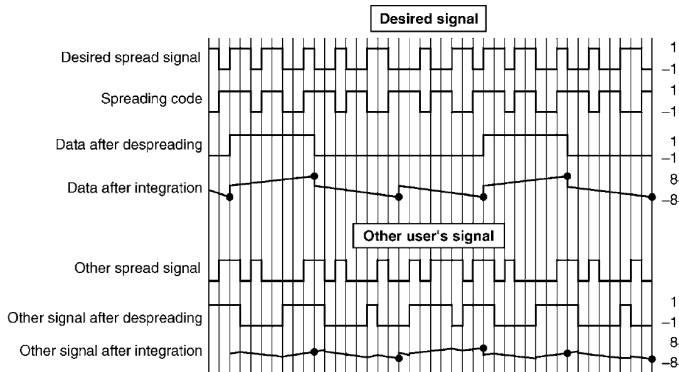
- ▶ Orthogonale Codes werden für Spreading verwendet



(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

Orthogonalität durch Spreading

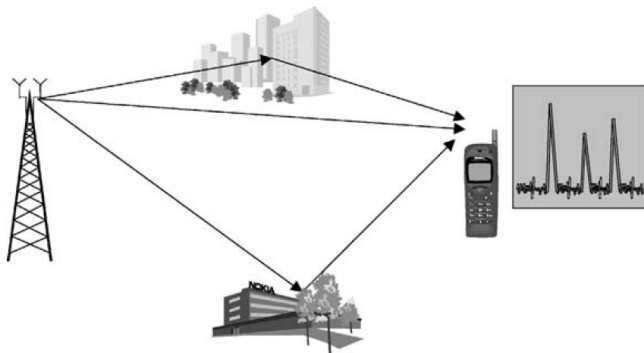
- ▶ Andere Nutzer sind nach Despreading nur Rauschen



(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

Mehrwegeausbreitung

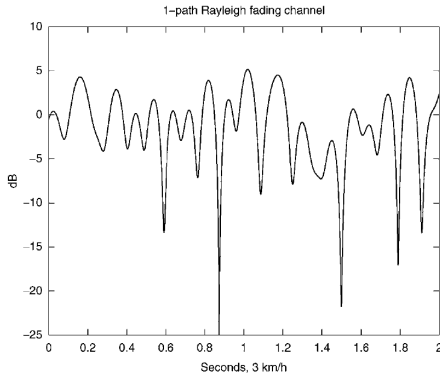
- ▶ Empfänger sieht mehrere, unterschiedlich verzögerte Empfangspfade durch Reflexionen,...



(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

Fading

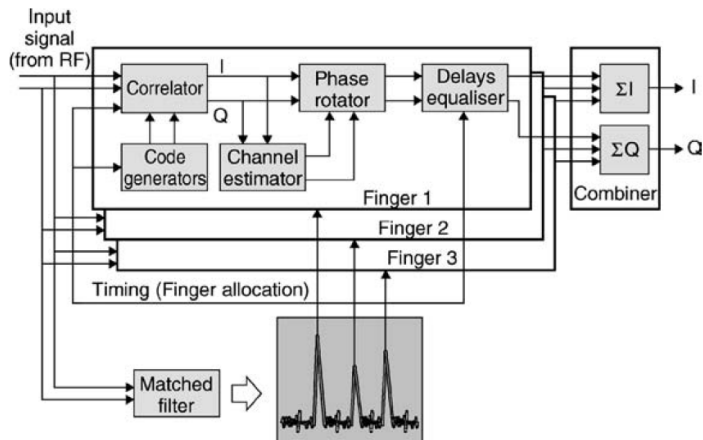
- ▶ Jeder Empfangspfad sieht unterschiedliches Fading, d.h. sein Signal schwankt unabhängig.



(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

RAKE Empfänger

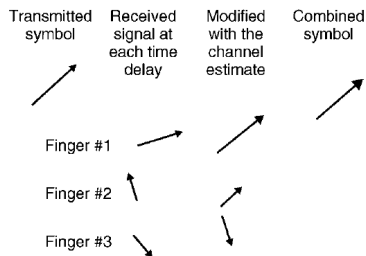
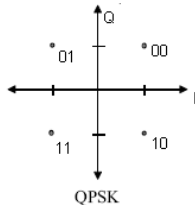
- ▶ RAKE Empfänger kombiniert die einzelnen Pfade wieder.



(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

RAKE Empfänger

- ▶ Auf jeden Pfad wird ein so genannter Finger gelegt
- ▶ Für jeden Finger wird eine Kanalschätzung gemacht
- ▶ Mit Maximum Ratio Combining (MRC) werden die Finger kombiniert



(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

Vergleich der Luftschnittstellen von GSM und UMTS

	WCDMA	GSM
Carrier spacing	5 MHz	200 kHz
Frequency reuse factor	1	1-18
Power control frequency	1500 Hz	2 Hz or lower
Quality control	Radio resource management algorithms	Network planning (frequency planning)
Frequency diversity	5 MHz bandwidth gives multipath diversity with Rake receiver	Frequency hopping
Packet data	Load-based packet scheduling	Time slot based scheduling with GPRS
Downlink transmit diversity	Supported for improving downlink capacity	Not supported by the standard, but can be applied

(c) Holma and Toskala, WCDMA for UMTS

Erweiterungen und Zukunft

Wideband CDMA basiert

- ▶ HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) ab Release 5
- ▶ HSUPA (High Speed Uplink Packet Access) ab Release 6
- ▶ RxDiv (Receive Diversity) ab Release 6
- ▶ CPC (Continous Packet Connectivity) ab Release 7

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) basiert

- ▶ LTE (Long Term Evolution) mit Release 8
 - ▶ komplett neuer Standard
 - ▶ MIMO (Multiple Input Multiple Output)
 - ▶ ...

IP Multimedia Subsystem (IMS)

Definition: IP Multimedia Subsystem

IMS is a global, access-independent and standard-based IP connectivity and service control architecture that enables various types of multimedia services to end-users using common Internet-based protocols.

aus:

Miika Poikselkä, Georg Mayer, Hisham Khartabil
and Aki Niemi: The IMS: IP multimedia concepts
and services.

John Wiley & Sons, 2006

ISBN: 0-470-01906-9

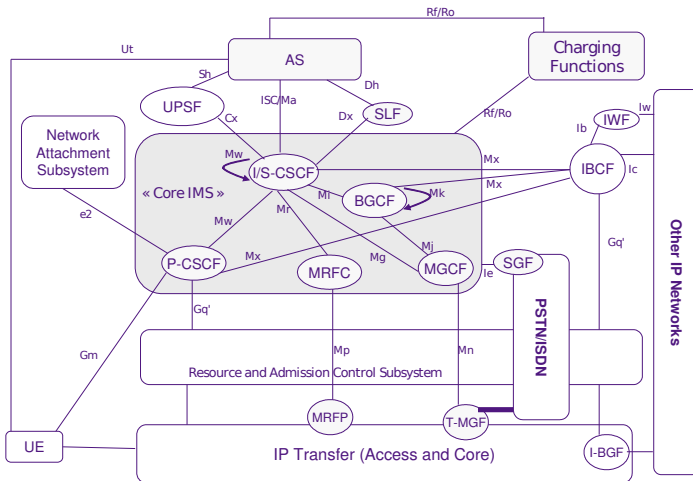
Geschichte

- ▶ **2001:** Arbeit an 3GPP Release 4 wurde fertig gestellt, es enthält IP Core Transport und Media Gateways
- ▶ **2002:** 3GPP Release 5 enthält Benutzerdatenbank (HSS, Home Subscriber Server), SIP Routing Systeme, Digest AKA Authentifizierung, SIP basierte Diensteplattform
- ▶ **2004:** 3GPP Release 6 bietet zusätzlich Interworking von IMS mit Circuit Switched Netzen und anderen IP Netzen
- ▶ **2006:** Release 7 ergänzt SIP SMS, Handover zwischen CS und IP, Festnetz IP Telefonie

Ziele

- ▶ Zusammenwachsen von Sprachdiensten und Datendiensten
- ▶ Zusammenwachsen von Festnetz und Mobiltelefonie (Fixed to Mobile Convergence / FMC)
- ▶ Sicherheit
- ▶ Möglichkeit zur Abrechnung

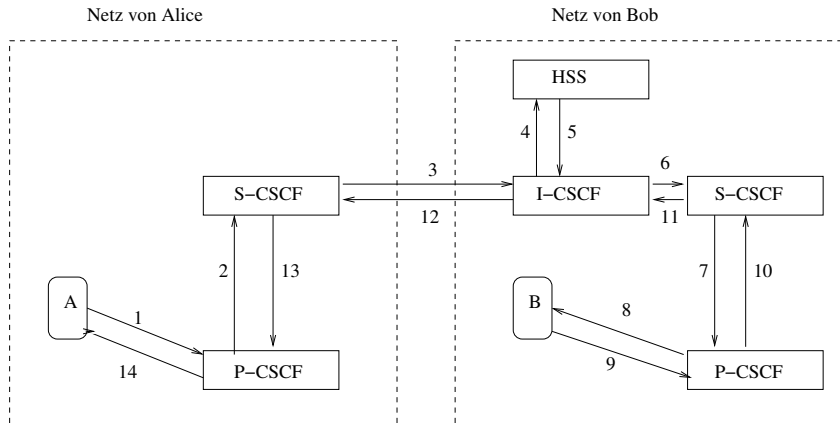
3GPP TS 23.417-700



Abkürzungen

- CSCF** Call Session Control Function (P-Proxy, S-Serving, I-Interrogating)
- UE** User Equipment (Endgerät)
- BGCF** Breakout Gateway Control Function
- MGW** Media Gateway
- MGCF** Media Gateway Control Function
- MRFC** Media Resource Function Controller
- MRFP** Media Resource Function Processor
- IWF** Interworking Function
- IBCF** Interconnect Border Control Function
- SGF** Signaling Gateway Function
- AS** Application Server
- UPSF** User Profile Server Function
- SLF** Subscription Locator Function

Beispiel: Sitzungsaufbau in IMS



1. Alice schickt `INVITE` via Gm Interface zu ihrer P-CSCF
2. P-CSCF prüft den Absender und leitet das Paket (ggfs. nach weiteren Verarbeitungsschritten) über das Mw Interface an die S-CSCF weiter.
3. Die S-CSCF führt die für Alice konfigurierten Verarbeitungsschritte aus, bestimmt anhand der URI von Bob die zugehörige I-CSCF und leitet das Paket über das Mw Interface weiter.
4. Die I-CSCF erfragt beim HSS/UPSF die Adresse der für Bob konfigurierten S-CSCF.
5. Das HSS liefert die URI der S-CSCF über das Cx Interface.

6. Die I-CSCF leitet den `INVITE` über das Mw Interface an die S-CSCF weiter.
7. Die S-CSCF verarbeitet die Anforderung, wobei ggfs. konfigurierte Dienste abgearbeitet werden. In diesem Fall wird der Request über das Mw Interface an die P-CSCF weitergeschickt.
8. Die P-CSCF konvertiert das Paket für die Übertragung auf der Luftschnittstelle und leitet es über das Gm Interface an das Endgerät (UE B) weiter.
- 9.-14. Das Endgerät erzeugt eine Antwort (z.B. 183 Session Progress), die auf dem umgekehrten Weg an UE A zurückgeschickt wird.

Call Session Control Function (CSCF)

Jede CSCF ist ein SIP Proxy, der

- ▶ Routingentscheidungen trifft.
- ▶ dem Netzbetreiber Kontroll- und Abrechnungsfunktionen bietet.
- ▶ Integration mit anderen Netzelementen (z.B. Media Gateways) sicherstellt.

Im IMS werden folgende CSCF unterschieden:

- ▶ **P-CSCF/Proxy CSCF**: Einstiegspunkt für UE in das aktuelle IMS Netz
- ▶ **S-CSCF/Serving CSCF**: Session Control für eingehende und ausgehende Sessions
- ▶ **I-CSCF/Interrogating CSCF**: Einstiegspunkt für Fremdnetze in das Heimnetz des UE

S-CSCF

Die S-CSCF bietet folgende Funktionen:

- ▶ Registrar (vgl. RFC3261), speichert die physikalische Adresse zur **Public User ID**
- ▶ Holt das Dienstprofil und Triggerlisten (Initial Filter Criteria) des Kunden vom UPSF/HSS (Cx Interface)
- ▶ Sessionkontrolle und Routing für registrierte UE
- ▶ Prüft Medienbeschreibungen im SDP (Service Delivery Profile) gegen das Dienstprofil
- ▶ Bindet Application Server (AS) anhand der Triggerlisten in die Session ein

Initial Filter Criteria

Die Initial Filter Criteria bestehen aus einer Liste von

- ▶ Application Servern beschrieben durch deren URI.
- ▶ Bedingungen, unter denen eine Nachricht an diesen Application Server weitergeleitet wird. Mögliche Kriterien sind:
 - ▶ jede bekannte SIP Methode
 - ▶ eine unbekannte Methode
 - ▶ jeder HTTP/SIP Header der Nachricht, aber auch deren Fehlen
 - ▶ Richtung der Nachricht, d.h. vom UE (Mobile Originated) oder zum UE (Mobile Terminated)
 - ▶ SDP Anteil einer Nachricht

Erst wenn die Liste abgearbeitet ist, wird die Nachricht von der S-CSCF zu ihrem vorgesehenen Ziel weitergeleitet.

Routing der S-CSCF

Routingentscheidungen unterscheiden sich für MO und MT Nachrichten:

- ▶ Mobile Originated (MO):
 - ▶ Benutze einen DNS Server zur Bestimmung des IP Endpunktes, der im Netzwerk des Empfängers für den Kunden zuständig ist.
 - ▶ Im Erfolgsfall kann die S-CSCF die Nachricht an die I-CSCF im Zielnetz weiterleiten.
 - ▶ War die Zieladresse eine TEL-URI für die keine SIP-URI im DNS hinterlegt war, wird die Nachricht über die Breakout Gateway Control Function weitergeleitet.
- ▶ Mobile Terminated (MT):
 - ▶ Für registrierte Kunden sende die Nachricht zur P-CSCF
 - ▶ Für nicht registrierte Kunden sende die Nachricht zu einem Ersatzziel (z.B. Anrufbeantworter).

I-CSCF

Die I-CSCF ist ein zustandsloser SIP Proxy mit folgenden Funktionen:

- ▶ versteckt die Topologie des Zielnetzes
- ▶ wählt die S-CSCF aus, die für den Kunden zuständig ist
 - ▶ erfragt die S-CSCF vom HSS
 - ▶ ist im HSS keine S-CSCF eingetragen, d.h. der Kunde zur Zeit nicht registriert, weist mittels lokaler Konfiguration eine S-CSCF zu
- ▶ Bedient als SIP Client oder Server
 - ▶ die S-CSCF eines Fremdnetzes
 - ▶ die MGCF (Media Gateway Control Function) nach einem `INVITE` vom MGCF

P-CSCF

Die P-CSCF ist ein zustandsbehafteter SIP Proxy. Aufgaben sind:

- ▶ Terminiert alle SIP Transaktionen eines UE
- ▶ Leitet REGISTER Requests an die I-CSCF des Heimnetzes des Kunden weiter
- ▶ Leitet alle weiteren Requests des UE an die S-CSCF weiter, die von der I-CSCF bestimmt worden ist
- ▶ Fügt die Public User Identity in Requests des UE ein
- ▶ Komprimiert Nachrichten zur Übertragung über die Luftschnittstelle
- ▶ Reserviert bei Bedarf Bandbreite anhand der Daten in der SDP Nachricht.
- ▶ Terminiert verschlüsselte Verbindungen (z.B. IPSEC)

Breakout Gateway Control Function (BGCF)

Ein BGCF eines Netzes hat folgende Aufgaben:

- ▶ Ist ein PSTN das Ziel, bestimmt das BGCF das Netzwerk, in dem der Übergang stattfindet.
- ▶ Wählt bei lokalem Übergang die MGCF, andernfalls das BGCF eines anderen Netzes.
- ▶ Authentifiziert das Netz, in das weitergeleitet wird

Auswahlkriterien für die Stelle des Netzübergangs sind nicht spezifiziert, mögliche Kriterien sind:

- ▶ Aktuelle Position des Anrufers (Quellnetz)
- ▶ Heimatnetz des Angerufenen
- ▶ Lokale Konfiguration, Absprachen zwischen den beteiligten Netzbetreibern

Media Gateway Control Function (MGCF)

Die MGCF ist für folgende Funktionen zuständig:

- ▶ Protokollkonversion zwischen ISUP (ISDN User Part) und SIP
- ▶ Sie verwaltet den Zustand des Media Gateways im Rahmen eines Anrufs, d.h.
 - ▶ sie empfängt SIP Requests von S-CSCF, BGCF und I-CSCF und erzeugt daraus Kommandos des Media Gateways.
 - ▶ sie verarbeitet Signalisierungsinformation des PSTN und sendet sie an Media Gateway und I-CSCF/S-CSCF weiter.

Media Gateway (MGW)

Das Media Gateway dient der Konversion der Medienströme zwischen verschiedenen Netzen:

- ▶ kontrolliert die Datenströme getrieben durch die MGCF
- ▶ terminiert Datentransport eines CS Netzes und erzeugt daraus einen RTP Datenstrom
- ▶ erkennt Probleme im Datenstrom (z.B. Verbindungsabbruch) und informiert die MGCF
- ▶ unterstützt möglicherweise DiffServ für QoS
- ▶ DTMF Umsetzung (RFC2844 nach G.711)

Media Resource Function Controller (MRFC)

Der MRFC steuert den Media Resource Function Processor (MRFP):

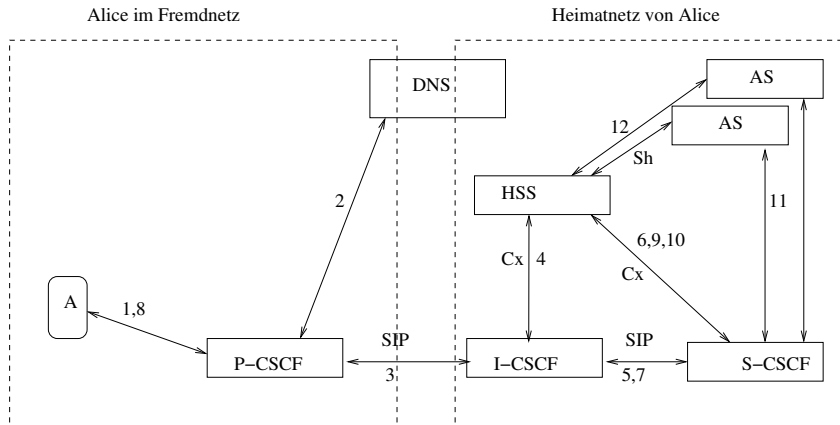
- ▶ Er nimmt Kommandos der Application Server entgegen (via S-CSCF) und steuert damit den MRFP.
- ▶ Informiert einen AS (via S-CSCF) über Daten, die ein MRFP empfangen hat.

Media Resource Function Processor (MRFP)

Der MRFP kann Medienströme aufzeichnen, abspielen, konvertieren und ggfs. interpretieren.

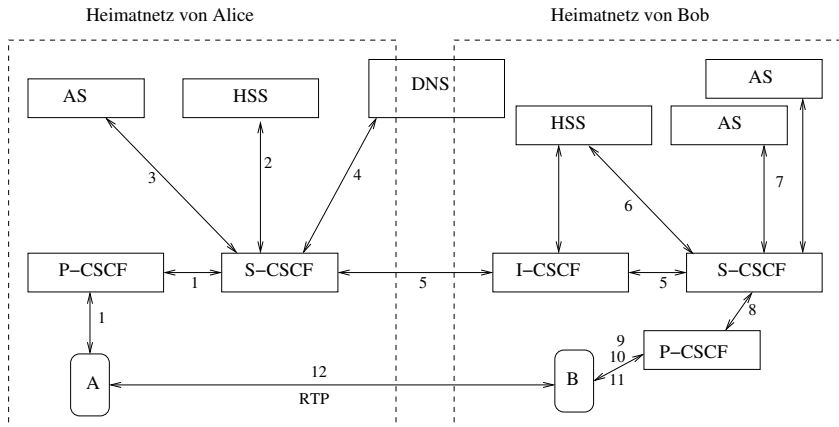
- ▶ Auf dem MRFP sind Ansagetexte, Signaltöne und andere statische Medienströme gespeichert.
- ▶ Gespeicherte Daten können anhand von konfigurierbaren Kriterien (z.B. Sprache, Land) selektiert werden.
- ▶ Der MFRP kann verschiedene Medienströme zusammenmischen (z.B. für Telefonkonferenzen).
- ▶ Er kann Medienströme transkodieren und extrahieren (z.B. nur Ton aus einer Videokonferenz).
- ▶ Er informiert einen Application Server (via MRFC, S-CSCF) über eingegangene DTMF Ziffern.

Registrierung aus einem Fremdnetz



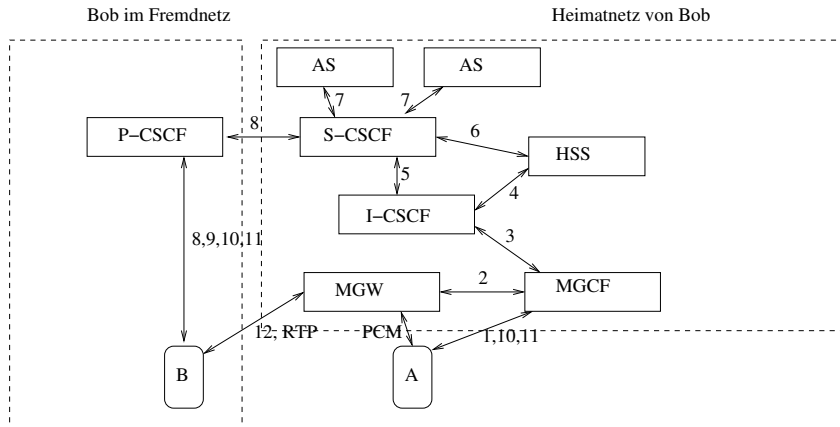
1. Starte SIP REGISTER
2. Bestimme IP/Port der I-CSCF des Heimatnetzes
3. Sende SIP REGISTER an I-CSCF des Heimatnetzes
4. Bestimme S-CSCF für den Kunden
5. Sende SIP REGISTER an die ausgewählte S-CSCF
6. Hole Authentifizierungsdaten (Authentication Vector, Vorstufe der Challenge vom HSS)
7. Weise den REGISTER ab (407 Proxy Auth Required)
8. Erneuter REGISTER, diesmal mit Response zur Challenge
9. Lege S-CSCF URI im HSS ab.
10. Hole Profil und Triggerlisten vom HSS
11. Sende REGISTER an Application Server, die das benötigen (s. Triggerlisten)
12. AS holen bei Bedarf Teile des Kundenprofils vom HSS

Telefonat IMS zu IMS



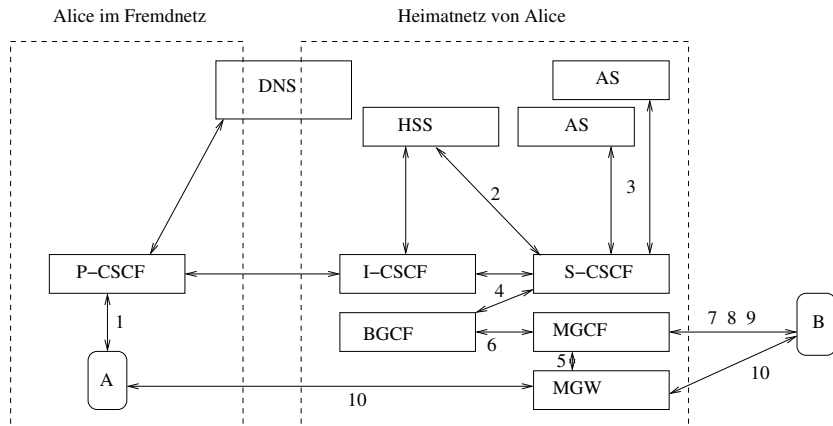
1. Alice sendet `INVITE` an Bob (URI mit Public User ID).
2. Die S-CSCF bestimmt Profil und Triggerlisten von Alice.
3. Bei Bedarf werden Application Server eingebunden.
4. Per DNS wird die Adresse der I-CSCF von Bobs Heimatnetz bestimmt.
5. Der `INVITE` wird über die I-CSCF an die zuständige S-CSCF weitergereicht.
6. Die S-CSCF bestimmt Profil und Triggerlisten von Bob.
7. Bei Bedarf werden Application Server eingebunden.
8. Der `INVITE` wird via P-CSCF an Bobs UE geschickt.
9. Das Endgerät interpretiert den SDP Anteil des `INVITE`
10. Das Endgerät klingelt (`180 RINGING`)
11. Bob akzeptiert den Anruf (`200 Ok`)
12. RTP Datenstrom

Telefonat PSTN an IMS



1. Anruf wird per ISUP (ISDN User Part) an der MGCF signalisiert
2. Das Media Gateway wird über den ISDN (PCM) Datenstrom informiert. Der ausgehende Port für den RTP Strom wird festgelegt.
3. Die MGCF erzeugt ein SIP `INVITE`.
4. Bestimme die zuständige S-CSCF.
5. Sende das `INVITE` zur S-CSCF.
6. Hole Profil und Triggerlisten für Bob vom HSS.
7. Binde bei Bedarf AS ein.
8. Sende `INVITE` an die P-CSCF des Netzes, in dem Bob eingebucht ist.
9. Bobs UE wertet SDP Nachricht aus.
10. UE sendet `180 Ringing`.
11. UE sendet `200 Ok`.
12. RTP Strom zum MGW auf dem gegebenen Port.

Telefonat IMS an PSTN (Variante 1)



1. **Sende SIP INVITE**
2. **Hole Profil und Triggerlisten vom HSS**
3. **Arbeite Triggerlisten ab**
4. **Bestimme BGCF und MGCF**
5. **Konfiguriere MGW, lege Port für RTP Strom fest**
6. **Bilde SDP Antwort (Auswahl des Codecs)**
7. **ISUP Signalisierung zum PSTN Telefon**
8. **SIP 180 RINGING**
9. **SIP 200 Ok**
10. **RTP - PCM Datenstrom**

Telefonat IMS an PSTN (Variante 2)

