

GPRS Roaming in GSM-Netzen



Der Autor Dipl.-Ing. Stefanus Römer war bei der T-Data im Produktmanagement tätig und dort insbesondere für die Produktentwicklung von LAN to LAN GPRS Access verantwortlich. Seit April 2001 ist er bei T-Mobile im Produktmanagement beschäftigt und betreut dort das Produkt Mobile IP VPN.

Auf der Grundlage weltweiter Roaming-Abkommen können Kunden des GSM-(Global System for Mobile Communications)-Netzes heute in vielen Reiseländern telefonieren und Kurznachrichten empfangen oder versenden. Neben dem Telefondienst gewinnt für viele Geschäftsreisende auch der mobile Zugang zum Internet über GPRS (General Packet Radio Service) oder ihr eigenes Firmennetz zunehmend an Bedeutung. Gerade im geschäftlichen Umfeld ist das Roaming daher eine der wichtigsten Anforderungen. Für den paketvermittelten Datendienst GPRS können die vorhandenen Roaming-Lösungen, die für leistungsorientierte Dienste wie z. B. Telefonie geschaffen wurden, jedoch nicht genutzt werden. Daher ist der Aufbau neuer Interconnections¹ und Abrechnungsmodelle zwischen den GPRS-Netzbetreibern notwendig. Hierzu gibt es verschiedene technische Möglichkeiten. Wegen der Vielzahl der GPRS-Netzbetreiber sind direkte Punkt-zu-Punkt Interconnections zwischen den einzelnen Netzbetreibern nur im begrenzten Umfang praktikabel. Daher wurde mit GRX (GPRS Roaming eXchange) eine flexible und skalierbare Netzlösung standardisiert, die den Aufbau und das Management der vielen Roaming-Beziehungen erleichtert und damit die Verbreitung von GPRS Roaming beschleunigen wird. GRX ist inzwischen die bevorzugte Form der Netz-Zusammenschaltung für den Aufbau von GPRS-Roaming-Verbindungen.

1 Ausgangslage

Eine der wesentlichen Neuerungen, die mit der Einführung von Mobilfunknetzen der zweiten Generation (2G) auf der Grundlage der GSM-Standards geschaffen wurden, ist die Möglichkeit, auch in

GSM-Netzen anderer Netzanbieter zu telefonieren und uneingeschränkt erreichbar zu sein. Diese Möglichkeit wird als GSM-Roaming bezeichnet und bedeutet, dass sich ein GSM-Kunde in das GSM-Netz eines fremden Anbieters einbuchen und dort die gleichen Dienste wie in seinem Heimatnetz nutzen kann, ohne mit dem fremden GSM-Anbieter eine Vertragsbeziehung eingehen zu müssen. Die in Anspruch genommenen Dienstleistungen (z. B. Telefongespräche oder Kurznachrichten) werden vom eigenen GSM-Anbieter in der Regel mit speziellen Roaming-Tarifen abgerechnet und erscheinen auf der gleichen Mobilfunkrechnung wie Dienstleistungen im Heimatnetz. Zwischen den verschiedenen GSM-Anbietern wird die Abrechnung der erbrachten Roaming-Leistungen in speziellen Abkommen vereinbart. Diese Abkommen regeln die technische und betriebliche Netz-Zusammenschaltung, die zu erbringenden Roaming-Leistungen sowie die Verrechnungspreise.

Mit der Einführung des paketvermittelten mobilen Datendienstes GPRS mussten die vorhandenen Roaming-Abkommen entsprechend erweitert werden. Da die bisherigen GSM-Netze nur Roaming für verbindungsorientierte Dienste ermöglichen, sind hierzu neue technische Interconnections und Abrechnungsverfahren erforderlich. Auf Grund der zunehmenden Nutzung der GPRS-Dienste und -Lösungen wie MMS (Multimedia Messaging Service), Internet- oder Intranet-Access ist ein schneller Ausbau der GPRS-Roaming-Verbindungen sehr wichtig.

2 Sprach-Roaming

Die vorhandenen GSM-Roaming-Abkommen umfassen nur verbindungsorientierte und leitungsvermittelte Dienste und werden in erster Linie für Telefongespräche ge-

nutzt. Hierzu werden die internationalen Telefonnetze sowie die bestehenden Abkommen der Telefonnetzbetreiber im Festnetzbereich in Anspruch genommen (Bild 1). Im Roaming-Fall wird einem GSM-Kunden, der sich in ein fremdes GSM-Netz eingebucht hat (Roamer), für die Dauer des Gesprächs jeweils ein bestimmter Kanal zur Verfügung gestellt. Die Abrechnung unter den Telefonnetzbetreibern wird

¹ **Interconnection:** Dt. Zusammenschaltung. Im liberalisierten Telekommunikationsmarkt die gesetzlich geregelte physische und logische Verbindung der lizenzierten öffentlichen Telekommunikationsnetze verschiedener Netzbetreiber (Carrier).

Das Thema im Überblick

Das GPRS Roaming erfüllt wesentliche Kundenanforderungen, die auf Grund der zunehmenden Mobilität von Personen und Gütern über nationale Grenzen hinweg sowie der Globalisierung der Handelsbeziehungen entstanden. Es ist somit eine wichtige Voraussetzung für den Erfolg von GPRS. Die wichtigsten Anwendungen sind Multimedia Messaging Service (MMS), Internet-Access und der gesicherte mobile Zugang zu Unternehmensnetzen, beispielsweise über das Produkt Mobile IP VPN der T-Mobile. Voraussetzung für die Schaffung einer globalen Roaming-Abdeckung ist die Nutzung von GRX-Netzen für den Datenaustausch zwischen den einzelnen GPRS-Netzen. Wegen der vielen verschiedenen GPRS-Netze sind direkte Netz-Zusammenschaltungen nur begrenzt praktikabel. Das GPRS Roaming eXchange (GRX) ist inzwischen die bevorzugte Technik für die Bereitstellung von internationalen Roaming-Verbindungen.

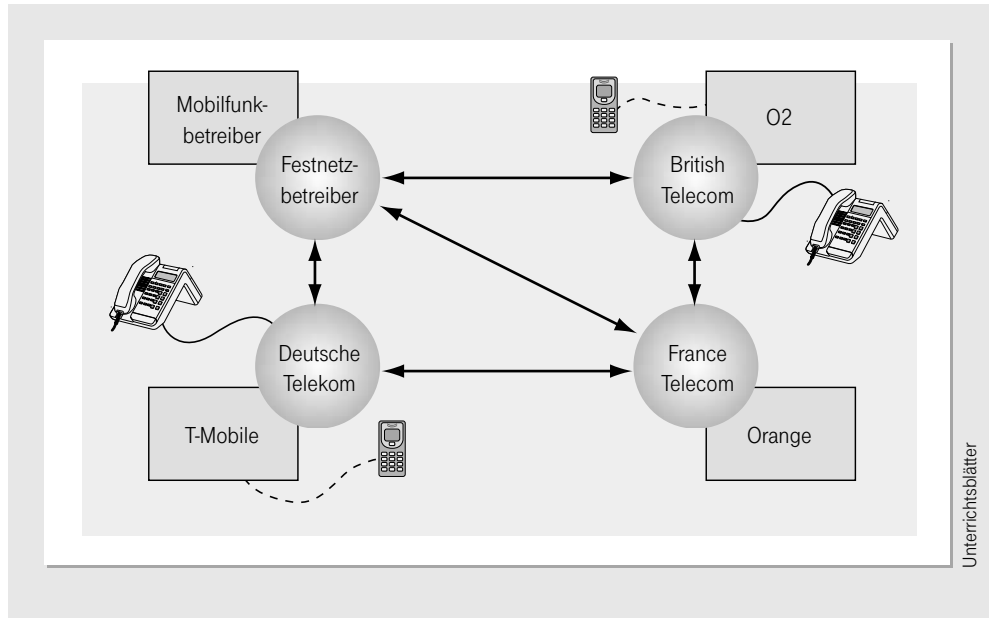
dann auf der Grundlage von Zeit und Entfernung vorgenommen. Der Mobilfunkkunde zahlt auf seiner Mobilfunkrechnung für den Datenverkehr nach einem speziellen von der Entfernung unabhängigen Roaming-Tarif.

Die Mobilfunknetzbetreiber unterhalten für den Roaming-Verkehr lediglich eine Interconnection zu einem Telefonfestnetzbetreiber, der über die notwendigen internationalen Sprachverbindungen verfügt, sowie eine Anschaltung an das internationale SS7-Netz² für den Austausch von Signalisierungsdaten. Eine direkte Netz-Zusammenschaltung zwischen den einzelnen Mobilfunkbetreibern untereinander ist nicht notwendig und wäre auf Grund der Vielzahl der GSM-Netzbetreiber nicht praktikabel. Die Verbreitung von GSM-Roaming auf der Grundlage vorhandener Abkommen sowie Netzlösungen für den internationalen Sprachverkehr im Festnetzbereich konnte daher sehr schnell erfolgen.

3 Anforderungen an GPRS Roaming

Die Einführung von GPRS Roaming erfordert nicht nur neue Roaming-Abkommen und Interconnections, sondern bringt auch eine Reihe neuer Aspekte und Problemfelder mit sich, die bisher bei Sprach-Roaming nicht bekannt waren:

- GPRS ist ein IP-(Internet Protocol-)basierter Datendienst und kann für beliebige IP-Anwendungen genutzt werden. Die Anzahl der potenziellen IP-Anwendungen und Dienste, die über GPRS genutzt werden, ist somit nicht überschaubar. Hinzu kommt, dass täglich neue IP-Anwendungen entwickelt werden. Daher kann es keine Garantie dafür geben, dass alle IP-basierten Dienste im Roaming-Fall uneingeschränkt genutzt werden können.
- Die rechtliche Grundlage für die Nutzung von IP-basierten Verschlüsselungs- und Authentisierungs-Algorithmen ist von Land zu Land verschieden. Es kann daher im Einzelfall zu rechtlichen Problemen kommen, wenn eine technische Anwendung mit speziellen Verschlüsselungsalgorithmen über Ländergrenzen hinweg genutzt werden soll.
- Der Urrechtsschutz, insbesondere die Vermarktungsrechte für spezielle Content-Angebote können gegebenenfalls regional begrenzt sein. Daher könnte es im



Unterrichtsblätter

Einzel Fall vorkommen, dass bestimmte Angebote in einigen Ländern nicht verfügbar sind.

Das GPRS Roaming ist daher nicht nur ein technisches Thema, sondern – noch mehr als Sprach-Roaming – eine rechtliche Fragestellung und zudem ein Aspekt, der bei der Anwendungs- und Dienstentwicklung besondere Berücksichtigung finden muss.

4 Grundlagen von GPRS

Mit der Einführung von GPRS³ wurde die bestehende GSM-Netzarchitektur um zwei neue logische Paketvermittlungsknoten erweitert: den Serving GPRS Support Node (SGSN) sowie den Gateway GPRS Support Node (GGSN) (Bild 2). Der

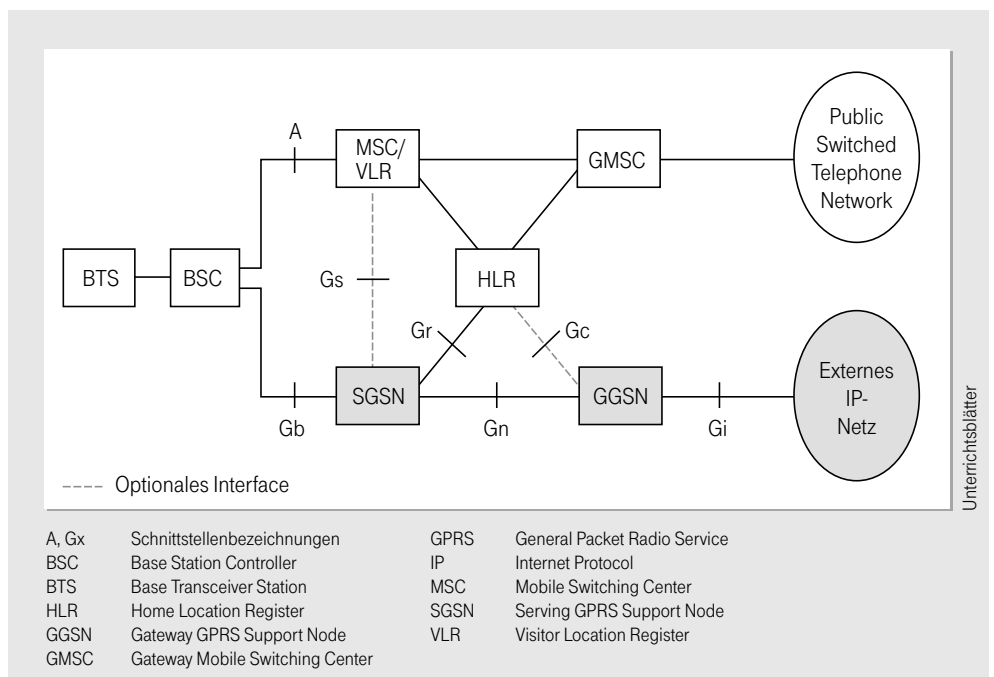
funktechnische Teil der GSM-Architektur, der aus den Basisstationen (Base Transceiver Station = BTS) und den Steuereinheiten (Base Station Controller = BSC) besteht, bleibt erhalten. Der SGSN ist über das so genannte Gb-Interface über eine oder mehrere BSC mit dem funktechnischen Teil des GSM-Net-

Bild 1: Internationale Telefonverbindungen als Grundlage für Sprach-Roaming

² **SS7-Netz:** Abk. Signalling System No. 7, auch als Common Channel Signalling System No. 7 (CCSS7), dt. ZZK7 (Zentraler Zeichengabekanal Nr. 7), bezeichnet. Von der ITU standardisierte Signalisierung für das 64-kbit/s-ISDN. Zusammenfassend liegt die SS7-Spezifikation in der Q.700-Reihe der ITU-T-Empfehlungen (Q.700 bis Q.775) vor.

³ Siehe hierzu den Beitrag „Mit GPRS ins Intranet – Das Produkt LAN to LAN GPRS Access“, Unterrichtsblätter Nr. 3/2001, S. 168 ff.

Bild 2: Erweiterte Netzarchitektur von GSM durch GPRS



Unterrichtsblätter

| | | | |
|-------|---------------------------------|------|------------------------------|
| A, Gx | Schnittstellenbezeichnungen | GPRS | General Packet Radio Service |
| BSC | Base Station Controller | IP | Internet Protocol |
| BTS | Base Transceiver Station | MSC | Mobile Switching Center |
| HLR | Home Location Register | SGSN | Serving GPRS Support Node |
| GGSN | Gateway GPRS Support Node | VLR | Visitor Location Register |
| GMSC | Gateway Mobile Switching Center | | |

Verwendete Abkürzungen

| | |
|-----------|--|
| 2G/3G | Zweite/Dritte Generation |
| AAA | Authentication, Authorization and Accounting |
| APN | Access Point Name |
| ATM | Asynchronous Transfer Mode |
| BG | Border Gateway |
| BGP-4 | Border Gateway Protocol 4 |
| BSC | Base Station Controller |
| BSS | Base Station Subsystem |
| BTS | Base Transceiver Station |
| CS | Connection Switching |
| CCS | Common Channel Signalling System |
| CUG | Closed User Group |
| DHCP | Dynamic Host Configuration Protocol |
| DNS | Domain Name System/Server |
| GGSN | Gateway GPRS Support Node |
| GMSC | Gateway Mobile Switching Center |
| GPRS | General Packet Radio Service |
| GRX | GPRS Roaming eXchange |
| GSM | Global System for Mobile Communications |
| GTP | GPRS Tunnelling Protocol |
| HGGSN | Home GGSN |
| HLR | Home Location Register |
| HPLMN | Home Public Land Mobile Network |
| IETF | Internet Engineering Task Force |
| IMSI | International Mobile Subscriber Identity |
| IPv4/IPv6 | Internet Protocol Version 4/6 |
| IPSec | Internet Protocol Security |
| IR | Referenzdokument |
| ISP | Internet Service Provider |
| ITU | International Telecommunication Union |
| LAN | Local Area Network |
| MCC | Mobile Country Code |
| MMS | Multimedia Messaging Service |
| MNC | Mobile Network Code |
| MS | Mobile Station |
| MSC | Mobile Switching Center |
| MSISDN | Mobile Station ISDN Number |
| NAS | Network Access Server |
| PDP | Packet Data Protocol |
| PLMN | Public Land Mobile Network |
| PS | Packet Switching |
| PVC | Permanent Virtual Circuit |
| QoS | Quality of Service |
| RADIUS | Remote Authentication Dial-in User Service |
| RFC | Request for Comments |
| SGSN | Serving GPRS Support Node |
| SIM | Subscriber Identity Module |
| SS7 | Signalling System No. 7 |
| TMSI | Temporary Mobile Subscriber Identity |
| UMTS | Universal Mobile Telecommunications System |
| VGGSN | Visited GGSN |
| VLR | Visitor Location Register |
| VPLMN | Visited Public Land Mobile Network |
| VPN | Virtual Private Network |
| VSGSN | Visited SGSN |

zes verbunden. Er besitzt eine SS7-Anbindung für die Kommunikation mit der zentralen Teilnehmerdatenbank des GSM-Netzes, dem Home Location Register (HLR), und mit der mobilen Vermittlungsstelle für die leitungsvermittelten Dienste, dem

Mobile Switching Center (MSC), sowie eine IP-Anbindung für die Kommunikation mit den anderen GPRS Support Nodes. Die Aufgaben dieses Knotens entsprechen größtenteils den Aufgaben der MSC, wie z. B. Authentifizieren der Mobilstationen und Durchführen des Mobility Managements. Er besitzt eine Datenbasis, in der die GPRS-Subscription- und Mobility-Management-Informationen über die eingebuchten Mobilstationen temporär gespeichert werden.

Eine weitere Aufgabe dieses Knotens besteht in der Verschlüsselung der übertragenen Daten und der Erfassung von Abrechnungsdaten. Der GGSN bildet die interne GSM-Adresse (International Mobile Subscriber Identity = IMSI⁴) auf eine IP-Adresse ab. Diese IP-Adresse kann fest oder temporär einer IMSI zugeordnet werden, und zwar entweder durch den internen RADIUS⁵ im GGSN selber oder durch einen externen RADIUS- bzw. DHCP-(Dynamic Host Configuration Protocol-)Server. Meldet sich eine Mobilstation für den GPRS-Dienst an, wird eine temporäre oder eine fest der IMSI zugeordnete IP-Adresse aktiviert. Nach der Aktivierung können ankommende Pakete der Mobilstation über SGSN, BSC und BTS zugestellt und empfangen werden.

Von besonderer Bedeutung für die Funktionsweise eines GPRS-Netzes ist der Domain Name Service (DNS). Die Aufgabe eines DNS ist es, einen Domain Name in eine IP-Adresse zu übersetzen. Zur Adressierung externer IP-Netze (z. B. Internet oder Unternehmensnetze) wird innerhalb des GPRS-Netzes jeweils ein Access Point Name (APN) verwendet.

Der APN ist – vereinfacht ausgedrückt – ein Domain-Name des externen Netzes nach RFC 1035 (Request For Comments⁶). Er hat eine Länge von bis zu 63 alphanumerischen Zeichen und wird nur innerhalb des GPRS-Backbone benutzt. Er dient dem SGSN zur Auswahl des richtigen GGSN und dem GGSN zur Auswahl des richtigen externen Zielnetzes. Der APN wird durch eine Anfrage des SGSN am Domain Name Server (DNS) in die IP-Adresse des GGSN umgewandelt.

Vor dem Senden von IP-Paketen muss die Mobilstation (MS) eine GPRS-Einbuchung (GPRS Attach) und eine PDP⁷-Kontextaktivierung (PDP Context Activation) durchführen.

Die GPRS-Einbuchung setzt das Netz darüber in Kenntnis, dass die MS im Netz vorhanden ist. Die MS bucht sich dazu beim SGSN ein. Bei der GPRS-Einbuchung gibt die MS ihre Identität bekannt (IMSI oder Packet TMSI⁸) und gibt an, ob die Einbuchung für Paketvermittlung (PS Attach) oder die kombinierte Einbuchung für Paketvermittlung und Leitungsvermittlung/IMSI (PS und CS/IMSI Attach) angefordert wird.

Zum Senden und Empfangen von GPRS-Daten führt die MS nach der GPRS-Einbuchung eine PDP-Kontextaktivierung aus. Die PDP-Kon-

⁴ **IMSI:** Abk. International Mobile Subscriber Identity, dt. Internationale Mobilfunk-Teilnehmerkennung. Im Mobilfunksystem GSM ist dies die internationale, höchstens fünfzehnstellige Kennung des Teilnehmers, die auf der Chipkarte (Subscriber Identity Module = SIM) des Mobilfunkgeräts gespeichert ist und dem Teilnehmer nicht bekannt ist. Der Zusammenhang zwischen der Kennung IMSI und der GSM-Rufnummer (Mobile Station ISDN Number = MSISDN) ist nur dem Netz (Home Location Register = HLR) bekannt. Hat der Teilnehmer mehrere GSM-Dienste (z. B. Telefon-, Telefax- und Datendienst) über eine Chipkarte abonniert, so erhält er für jeden Dienst eine eigene MSISDN.

⁵ **RADIUS:** Abk. Remote Authentication Dial-in User Service. Für Remote-Access-Anwendungen entwickeltes Sicherheitsprotokoll (RFC 2138, 2139), um unerlaubte externe Zugriffe auf Daten und Systeme zu verhindern. RADIUS funktioniert nach dem Client-Server-Konzept und legt die Kooperation zwischen einem AAA-Server (Authentication, Authorization and Accounting Server) und einem Network Access Server (NAS) fest. In diesem Konzept kann der AAA-Server als RADIUS-Server angesehen werden, in dem sämtliche Informationen über Remote-Benutzer zur Verfügung stehen. Der RADIUS-Client stellt ein Funktionsmodul dar, das auf dem NAS installiert wird.

⁶ **Request for Comments:** Sammlung von Empfehlungen, Artikeln und Standards (RFC-Standards), in denen netzrelevante Konventionen und allgemeine Informationen zum Internet festgehalten sind. Als RFC sind auch die Anregungen und Verbesserungsvorschläge bezeichnet, die die Teilnehmer des Internets beim so genannten RFC-Editor einreichen.

⁷ **PDP:** Abk. Packet Data Protocol. Allgemeiner Begriff für ein Protokoll, das Daten in diskreten Einheiten bzw. Paketen überträgt. Beispiele sind IPv4 oder X.25. Das GPRS von T-Mobile unterstützt derzeit den PDP-Typ IPv4.

⁸ **TMSI:** Abk. Temporary Mobile Subscriber Identity, dt. Temporäre Teilnehmerkennung. Im GSM die von der Besucherdatei (Visitor Location Register = VLR) für die einzelne Mobilfunkverbindung vergebene Kennung mit Funktionen im Rahmen der GSM-Sicherheitsmechanismen.

textaktivierung macht die MS dem betreffenden GGSN bekannt, woraufhin Datenübertragungen über den GGSN in externe Netze möglich sind. Im Rahmen der Kontextaktivierung adressiert die MS das externe Zielnetz unter Angabe des APN. Sofern die MS keinen APN angibt, wird die Verbindung mit Hilfe eines „Default-APN“ aufgebaut, der im SGSN fest hinterlegt ist. In der Regel verbirgt sich hinter diesem „Default-APN“ das Internet.

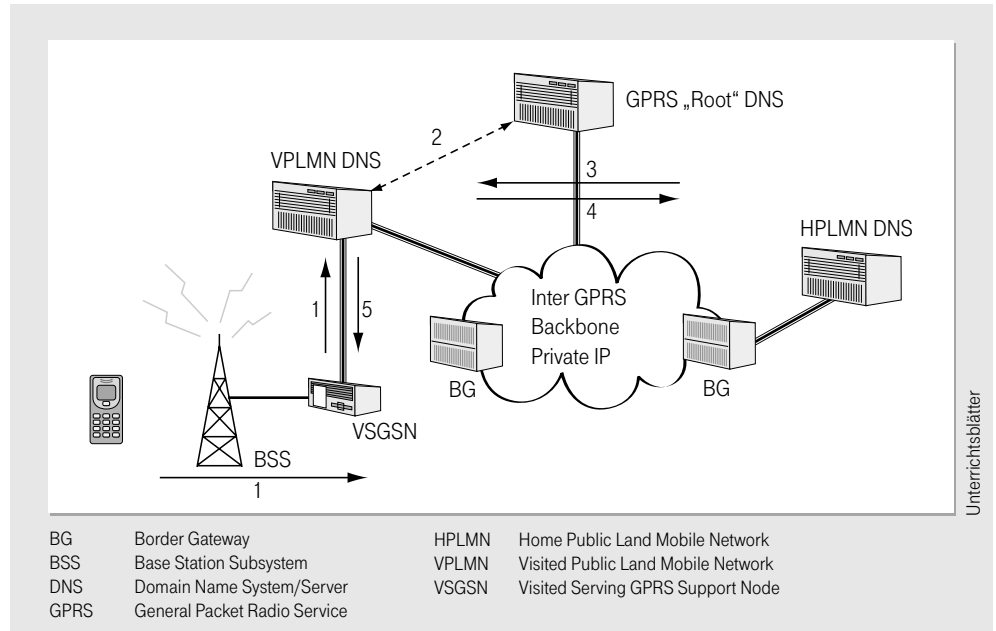
Der GGSN wendet bei jeder Anforderung einer PDP-Kontextaktivierung eine Zugangskontrollfunktion (Admission Control) an. Diese Funktion zieht die weitere Bearbeitung der Anforderung, die Verhandlung der QoS (Quality of Service) mit der MS oder deren Zurückweisung, nach sich. Das System prüft auch, ob der beauftragte Dienst (Subscription) die Berechtigung für den Zugriff auf ein bestimmtes externes Netz eines ISP (Internet Service Provider) oder eines Unternehmens einschließt.

5 Funktionsweise von GPRS Roaming

Die GSM Association unterscheidet in ihrem Referenzdokument IR.33 zwei grundlegende GPRS-Roaming-Szenarien:

- den „Home Access“, wobei der PDP Context der Mobilstation zum GGSN des Heimatnetzes aufgebaut wird, und
- den „Local Access“, wobei der PDP Context der Mobilstation zum GGSN des besuchten Netzes aufgebaut wird.

Der Vorteil des Home Access besteht darin, dass die jeweiligen Dienste, wie z. B. MMS, Intranet Access, Portale, ohne spezielle Konfigurationsänderungen auch beim Roaming unverändert zur Verfügung stehen. Ein Nachteil ist, dass beim Home Access der Teilnehmerverkehr in speziellen Fällen zwischen verschiedenen Ländern mehrfach hin- und hertransportiert wird. Wenn ein Kunde von T-Mobile Deutschland beispielsweise über das GPRS-Netz eines französischen Betreibers auf eine Internet-Seite in Frankreich zugreift, so wird der Verkehr zunächst über die GPRS-Roaming-Verbindung von Frankreich nach Deutschland und anschließend von Deutschland nach Frankreich über das Internet übertragen. Im Falle des Local Access würde der Internet-Zugang direkt vom jeweiligen französischen Betreiber zur Verfügung gestellt werden.



Unterrichtsblätter

Derzeit wird allgemein der Home Access bevorzugt. Nachfolgend wird daher lediglich der Ablauf für den Home Access beschrieben. Der Local Access ist wesentlich einfacher und lässt sich als Untermenge von Home Access betrachten.

Sobald sich die MS mit einem GPRS Attach zum ersten Mal im besuchten GPRS-Netz anmeldet und sich damit am VSGSN (Visited SGSN) registriert, kontaktiert der VSGSN über das internationale SS7-Netz das HLR im Heimatnetz, um die Berechtigung für GPRS Roaming zu prüfen. Das HLR im Heimatnetz legt darüber hinaus für jeden einzelnen Teilnehmer fest, ob Home Access oder Local Access genutzt werden soll. Falls für die MS eine Roaming-Berechtigung vorhanden ist, wird die MS über eine Confirm-Massage entsprechend hierüber informiert. Danach kann der Benutzer in gewohnter Weise eine GPRS-Verbindung aufbauen. Hierzu muss die MS wie oben beschrieben eine PDP-Kontextaktivierung durchführen und kann dabei den APN eines Zielnetzes angeben.

Beim Home Access bezeichnet der APN ein Zielnetz, das über den GGSN des Heimatnetzes, den Home GGSN (HGGSN), zu erreichen ist, und beim Local Access ist der APN auf dem GGSN des besuchten Netzes, dem Visited GGSN (VGGSN), eingerichtet. Um den PDP Context bzw. den GTP-Tunnel (GTP = GPRS Tunneling Protocol) bis zum entsprechenden GGSN aktivieren zu können, muss der APN in eine IP-Adresse übersetzt werden. Hierzu fragt der VSGSN einen DNS des besuchten GPRS-Netzes (1) ab

(Bild 3). Sofern dieser DNS die entsprechende IP-Adresse nicht direkt auflösen kann, kontaktiert dieser entweder zunächst einen Root-DNS (2) und anschließend den DNS des jeweiligen Heimatnetzes (3) oder direkt den DNS des Heimatnetzes (4).

Die Grundlage für dieses Verfahren bilden vereinbarte Regeln für die Bildung eines internen APN, der im Rahmen einer DNS-Anfrage (DNS Query) vom SGSN an den DNS übergeben wird. Diese Regeln werden im Dokument GSM 03.60 Annex A beschrieben. Der interne APN enthält folgende Bestandteile:

- den externen APN, der über die Kontextaktivierung von der MS angegeben wird und das externe Zielnetz bezeichnet⁹, sowie
- den Mobile Network Code (MNC), den Mobile Country Code (MCC) und die Endung „gprs“, die vom SGSN ergänzt werden¹⁰.

Die Bestandteile externer APN, MNC, MCC und Endung werden jeweils durch Punkte voneinander getrennt:

```
<interner APN> := <externer APN>.  
<MNC>.<MCC>.gprs
```

– Für das GPRS-Netz der T-Mobile wurde für den MNC der Wert 01 und für den MCC der Wert 262 festgelegt.

⁹ Der externe APN wird im Referenzdokument IR.33 „network id“ genannt.
¹⁰ Die Endung „mnc.mcc.gprs“ wird im Referenzdokument IR.33 „operator id“ genannt.

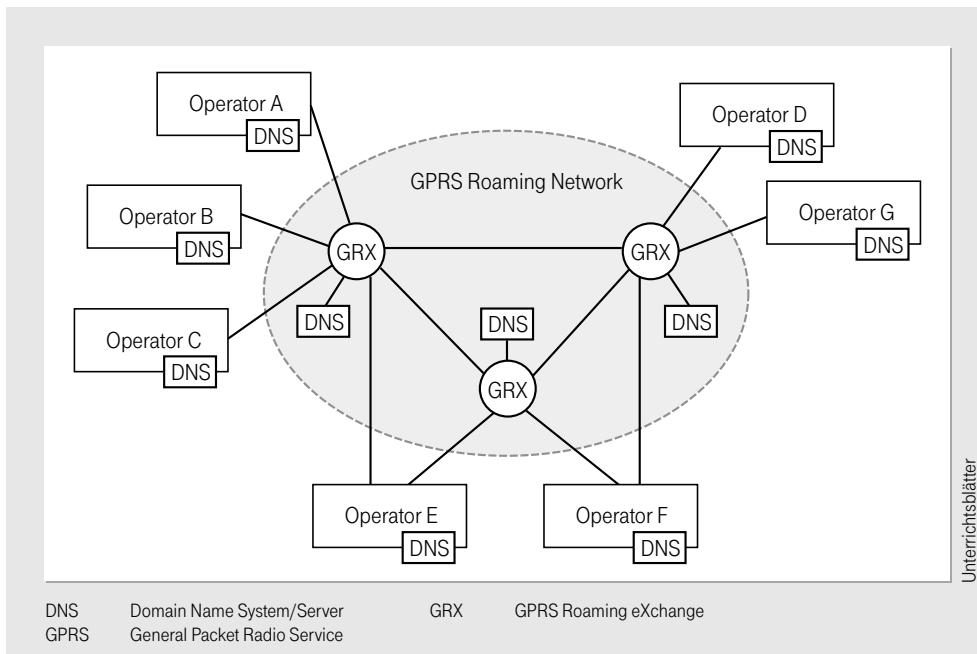


Bild 4:
GRX-Netz-
architektur

- Die APN-Namensauflösung ist in GSM TS 03.03/23.030 beschrieben.

Die APN-Bildungsregeln sind die Grundlage für das Domain Name System, denn nur anhand vereinbarter Merkmale wie MNC und MCC kann der DNS im besuchten Netz den zuständigen DNS im Heimatnetz ausfindig machen. Hierzu muss im DNS entweder ein Root-DNS unter der reservierten Top-Level Domain „gprs“ eingetragen werden oder für jedes Roaming-Netz wird abhängig von der Kombination aus MNC und MCC jeweils die IP-Adresse eines Heimat-DNS hinterlegt.

Die Einrichtung eines speziellen Root-DNS für GPRS Roaming wird zwar von IR.33 empfohlen, ist jedoch bisher noch nicht in Betrieb. Derzeit müssen daher für jeden Roaming-Partner spezielle Eintragungen im DNS vorgenommen und aufwendig gepflegt werden, damit DNS-Anfragen vom DNS des besuchten GPRS-Netzes direkt an den DNS des jeweiligen Roaming-Partners weitergeleitet werden können¹¹.

6 GPRS Roaming durch Interconnection

Um die beschriebene Roaming-Funktionalität zu erbringen, ist eine Zusammenschaltung von Heimatnetz und dem besuchten Netz auf der Grundlage von IP notwendig. Das Referenzdokument IR.34 der GSM Association bezeichnet diese als „GPRS inter-PLMN connections“, welche über ein „Inter-PLMN backbone“ geschaltet werden. Das

interne IP-Netz eines GSM-Betreibers, in dem SGSN, DNS und GGSN zusammenschaltet sind, wird im Gegensatz hierzu „GPRS Intra-PLMN backbone“ genannt. Die GSM-Netze werden in dieser Nomenklatur allgemein als PLMN (Public Land Mobile Network) bezeichnet.

Inter-PLMN-Verbindungen sind erforderlich, um DNS-Abfragen zwischen den GPRS-Netzen zu ermöglichen sowie GTP-Tunnels zwischen VSGSN und HGGSN im Rahmen einer PDP-Kontextaktivierung aufbauen zu können. Die Verbindungen werden über die Gp-Schnittstelle zwischen VSGSN und HGGSN geschaltet.

Zur Einrichtung einer Inter-PLMN-Verbindung zwischen Heimatnetz und besuchtem GPRS-Netz gibt es zwei Möglichkeiten:

- direkte Netz-Zusammenschaltung über festgeschaltete Ende-zu-Ende-Übertragungswege (Layer 1 oder Layer 2) zwischen den PLMN,
- indirekte Netz-Zusammenschaltung mit gerouteten Verbindungen über ein gemeinsames IP-Transportnetz (Layer 3).

Beispiele einer direkten Netz-Zusammenschaltung sind Mietleitungen oder virtuelle Verbindungen (PVC = Permanent Virtual Circuit) über ein Frame Relay oder ATM-(Asynchronous Transfer Mode-)Netz eines öffentlichen Providers. Zu dieser Kategorie zählen beispielsweise auch IPSec¹²-Verbindungen zwischen den PLMN über das Internet.

Auf Grund der Vielzahl der verschiedenen GPRS-Netze sind direkte Netz-Zusammenschaltungen nur begrenzt praktikabel. Die Anzahl der notwendigen direkten Interconnections steigt quadratisch mit der Anzahl der Roaming-Partner. Daher wurde diese Kategorie von den meisten Mobilfunkbetreibern nur zu Beginn eingesetzt, um frühzeitig GPRS Roaming anbieten zu können. Mittlerweile setzen jedoch fast alle GPRS-Netzbetreiber geroutete Verbindungen über GRX-Netze ein.

Das GRX steht für „GPRS Roaming Exchange“ und basiert auf der Empfehlung IR.34 der GSM Association. Im Gegensatz zur Kategorie der direkten Netz-Zusammenschaltung bietet GRX folgende Vorteile:

Skalierbarkeit

Neue Roaming-Verbindungen können schneller und günstiger eingerichtet und zudem einfacher betrieben werden.

Erreichbarkeit neuer Roaming-Partner

Alle bereits an GRX angeschalteten GPRS-Netze sind als Roaming-Netze ohne spezielle Interconnection erreichbar.

Sicherheit

Die Sicherheit ist mit Hilfe der durchgängigen Trennung vom öffentlichen Internet gegeben.

Quality of Service (QoS)

Im Gegensatz zu Verbindungen über das öffentliche Internet kann ein GRX-Provider definierte Qualitätsklassen für die Datenübertragung liefern.

7 Grundlagen GRX

Eine GRX-Transportplattform (Bild 4) besteht aus einem Router-Backbone, einem Domain Name Service für die APN-Umwandlung, Netzübergänge zu anderen GRX-Plattformen sowie einem Zugangsnetz zur Anschaltung der GPRS-Netze. Die Roaming-Verbindungen wer-

¹¹ Siehe hierzu das Referenzdokument IREG.21.

¹² IPSec: Abk. Internet Protocol Security. In der Internet Engineering Task Force (IETF) eine Arbeitsgruppe, die sich mit Erweiterungen des Internet Protocol (IP) befasst, mit denen die Integrität, Authentizität und Vertraulichkeit der IP-Kommunikation gesichert werden. Die IPSec-Erweiterungen sind im Standard für die Version 6 (IPv6) vorgeschrieben und müssen in allen IPv6-konformen Implementierungen vorhanden sein.

den über gesicherte VPN-(Virtual Private Network-)Tunnels geführt.

Auf Grund der Netzübergänge zwischen den verschiedenen GRX-Anbietern genügt für den einzelnen GPRS-Betreiber eine einzige GRX-Anschaltung zu einem Anbieter seiner Wahl. Aktuell sind GRX-Angebote mittlerweile bei fast allen international tätigen Datennetzanbietern erhältlich. Als Zugangstechnik für die Anschaltung der GPRS-Netze an eine GRX-Plattform kommen folgende Varianten in Frage:

- Layer-1-Anschaltungen (z. B. Mietleitung)
- Layer-2-Anschaltungen (z. B. Frame Relay, ATM)
- Layer-3-Anschaltungen (z. B. IPSec über Internet)

Der Anschluss wird vom einen Router, dem Border-Gateway, des GRX-Providers am Zugangspunkt des GPRS-Betreibers abgeschlossen. Dieses Border-Gateway bedient in der Regel über eine Firewall des GPRS-Operators die Gp-Schnittstelle des SGSN oder des GGSN. Die Firewall soll nach der Empfehlung des Referenzdokuments IR.34 nur den Austausch von Routing-Informationen (z. B. mit BGP-4), DNS-Verkehr (z. B. Queries, Updates) sowie GTP-Tunnels erlauben.

Jeglicher Verkehr zwischen dem VSGSN und dem Heimat-PLMN (Routing-, DNS-, GTP-Verkehr) und in umgekehrter Richtung zwischen dem HGGSN und dem besuchten GPRS-Netz wird am Edge-Router in einen äußeren VPN-Tunnel gepackt und über das GRX-Backbone zum Zielpunkt (z. B. DNS oder HGGSN) geschickt.

Der Einsatz des Routing-Protokolls BGP-4 wird vom Referenzdokument IR.34 ausdrücklich empfohlen, um den betrieblichen Pflegeaufwand bei lokalen Änderungen von IP-Adressen zu minimieren und somit das globale Roaming-System skalierbar zu halten. Jeder GPRS-Operator soll demnach in seinem internen IP-Backbone ausschließlich registrierte IP-Adressen einsetzen und dem GRX-Netz den von ihm genutzten Adressbereich über BGP-4 bekanntgeben.

8 GPRS Roaming bei Mobile IP VPN

Mobile IP VPN ist eine mobile Netzlösung der T-Mobile Deutschland für den sicheren Zugriff über GPRS auf firmeninterne Intranet-Anwendungen. Die Verbindung zwischen

GPRS-Netz und Firmennetz wird dabei über Frame Relay oder ATM im Festnetz der Deutschen Telekom hergestellt und ist somit vollständig vom Internet getrennt. Anstelle von Verschlüsselung und Tunneling über das Internet kommen Layer-2-Verbindungen (Frame Relay, ATM) zum Einsatz, um die notwendige Transportsicherheit zu gewährleisten. Das Mobile IP VPN ist derzeit in Kombination mit den folgenden Festnetzprodukten erhältlich:

- IntraSelect Frame Relay (alter Name: LAN to LAN Dial In¹³)
- IntraSelect classic
- T-ATM Dial In

Für jedes Kundennetz richtet T-Mobile auf der GPRS-Plattform im DNS sowie im GGSN jeweils einen kundenbezogenen privaten APN ein. Der private APN wird über die Konfiguration im GGSN direkt mit einem bestimmten Frame Relay PVC (Layer 2) zum Kundennetz verknüpft. Aus Sicherheitsgründen wird für jeden privaten APN im HLR der T-Mobile anhand der SIM-(Subscriber Identity Module-)Karten eine Closed User Group (CUG) eingerichtet. Somit können nur bestimmte T-D1 Karten den privaten APN adressieren, sofern sie im HLR für den betreffenden APN freigeschaltet sind.

Das Mobile IP VPN umfasst folgende Bestandteile:

- Einrichtung einer privaten Netzkennung (APN)
- Einrichtung und Administration der geschlossenen GPRS-Benutzergruppe
- Bereitstellung der Port-Kapazität am GPRS-Netzknoten, kundenindividuelle Beschaltung des GGSN
- GPRS-Netzleistung für den Verkehr über die Netzkennung

Über GPRS Roaming kann Mobile IP VPN auch im Ausland für den sicheren Zugang zum Firmennetz genutzt werden. Das nachfolgende Beispiel veranschaulicht die beschriebenen Roaming-Mechanismen eines Mobile IP VPN des Kunden „Firma“.

Beispiel

Der private APN „firma.tda.t-d1.de“ im GPRS-Netz der T-Mobile, den ein mobiles Endgerät mit T-D1 Karte im Rahmen der Kontextaktivierung signalisiert, wird vom SGSN in den internen APN „firma.tda.t-d1.de.mnc001.mcc262.gprs“ umgesetzt, sofern im HLR eine entsprechende Subskription für diesen pri-

vaten APN vorliegt. Anhand dieser Endung erkennt der DNS, dass es sich um einen APN im eigenen Netz handelt, und kann daher die IP-Adresse des zugehörigen GGSN direkt ermitteln. Zu dieser IP-Adresse kann der SGSN einen GTP-Tunnel zum GGSN aufbauen. Der GTP-Tunnel ist über die Konfiguration im GGSN fest mit einem PVC zum Firmennetz verknüpft. Über diese Verbindung kann die Mobilstation mit dem eigenen Firmennetz Daten austauschen.

Wird der gleiche APN beim Roaming beispielsweise aus dem GPRS-Netz von Orange France angesprochen, fügt der VSGSN von Orange ebenfalls die Endung „mnc01.mcc262.gprs“ hinzu, falls es sich hierbei um eine T-D1 Karte mit einer gültigen APN-Subskription handelt und das entsprechende Teilnehmerprofil im HLR von T-Mobile den Home Access vorsieht. Unter dieser Endung findet der DNS von Orange die IP-Adresse des DNS von T-Mobile und führt eine entsprechende DNS-Abfrage durch. Der DNS von T-Mobile liefert daraufhin die IP-Adresse des HGGSN im T-Mobile Netz. Mit dieser Adresse baut der VSGSN einen GTP-Tunnel zum HGGSN auf. Der HGGSN im GPRS-Netz der T-Mobile stellt daraufhin die Verbindung über einen Frame Relay PVC zum Firmennetz her.

9 Ausblick

Die vorgestellten Konzepte für GPRS Roaming bilden eine wesentliche Grundlage für ein zukünftiges Roaming zwischen UMTS-(Universal Mobile Telecommunications System-)Netzen. Zudem wird ein Roaming zwischen 2G (GPRS) und 3G (UMTS) benötigt, um auch den UMTS-Kunden über den „Fallback“ auf 2G-Netze die gewohnte Flächenversorgung zu gewährleisten und über 2G-Netze auch kurzfristig ein breites Roaming-Angebot im Ausland zu ermöglichen. (Ge)

Literaturhinweise

PRD IR.33, GSM Association, Version 3.1.0, 27.04.2000.

PRD IR.34, GSM Association, Version 3.0.0, 28.04.2000.

Martin Witt (Hrsg.): „GPRS – Start in die mobile Zukunft“, MITP-Verlag, Bonn, 2000.

¹³ Siehe hierzu den Beitrag „Das Produkt LAN to LAN“, Unterrichtsblätter Nr. 2/2000, S. 82 ff.