Unlicensed Mobile Access

1. Über das Internet Telefonieren

Bei der Sprachübertragung mittels technischer Nachrichtenmittel wurde Ende der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts im Zusammenhang mit dem ISDN die Digitalisierung eingeführt [A0].
Neben der Digitalisierung der Sprache kam beim ISDN eine ausgefeilte Signalisation im sogenannten D-Kanal zur Anwendung.
Diese Signalisation war auch Vorbild für den digitalen Mobilfunk, hier werden die Signalkanäle Dm-Kanäle genannt. Michel MOULY und Marie-Bernadette PAUTET bezeichneten ISDN als „Godfather of GSM“ [B1].
In den 80iger Jahren entstand aus dem ARPA-Net ein internationales Rechnernetz das auf den Protokollen TCP/IP basierte. Dieses Netz wurde durch Einführung des von Tim Berner-Lee im Forschungszentrum für Teilchenphysik in Cern 1990 erfundenen Browsers zum World Wide Web.

Bereits in den 80iger Jahren wurde an den Hochschulen daran geforscht Sprache unter Verwendung des TCP/IP Protokolls über Datenkanäle, das Ethernet und das Internet, zu übertragen. Im Jahre 1995 wurde Voice over IP (VoIP) erstmalig von der Israelischen Fa. VocalTec öffentlich vorgeführt. In den letzen 18 Jahren entstanden mit den Standards H.323 und SIP vor allem Alternativen zum ISDN durch die IP-Telefonie [C0].
Mittlerweile ist es möglich, kostenlose Internet-Telefonanschlüsse zu benutzen, wie sie z.B. von „sipgate“ zur Verfügung gestellt werden, um mit Partnern über das Internet zu kommunizieren. Sipgate gestattet auch, über ein geringes Entgelt, auf Festnetz und Mobilfunkanschlüsse zuzugreifen. Die Endgeräte für die Videotelephonie sind Clienten die auf der Windowsoberfläche residieren, oder Hardphones z.B. der Fa GRANDSTREAM. Es ist auch möglich mit dazu eingerichteten Mobiltelefonen z.B. einem Nokia E65 über WLAN und Sipgate einen Mobilfunkpartner anzurufen. Im letztgenannten Fall verbinden *Registrar* und *Proxy* von sipgate das E65 wie ein Festnetztelefon mit dem Mobilfunknetz.

Es wäre wünschenswert das Mobiltelefon über das WLAN direkt mit dem Mobile Core Network zu verbinden. Diesem Problem widmete sich die UMA Alliance.
Die UMA Alliance entwickelte die Technologie UMA (Unlicensed Mobile Access) mit dem Ziel, unlizenzierte Teile des Frequenzspektrums (das Internet) für den Mobilfunk nutzbar zu machen und ein nahtloses Roaming von WLAN zu den klassischen GSM- und UMTS-Mobilfunknetzen zu ermöglichen

2. Vom Unlicensed Mobile Access zum Generic Access Network

Die ersten UMA Spezifikationen (R1.0.0.) wurden im September 2004 veröffentlicht. Nach dieser Erstveröffentlichung wurden diese UMA Spezifikationen der 3GPP Organisation, als Teil des 3GPP Themas „ Generic Access to A/Gb interfaces“, übergeben.

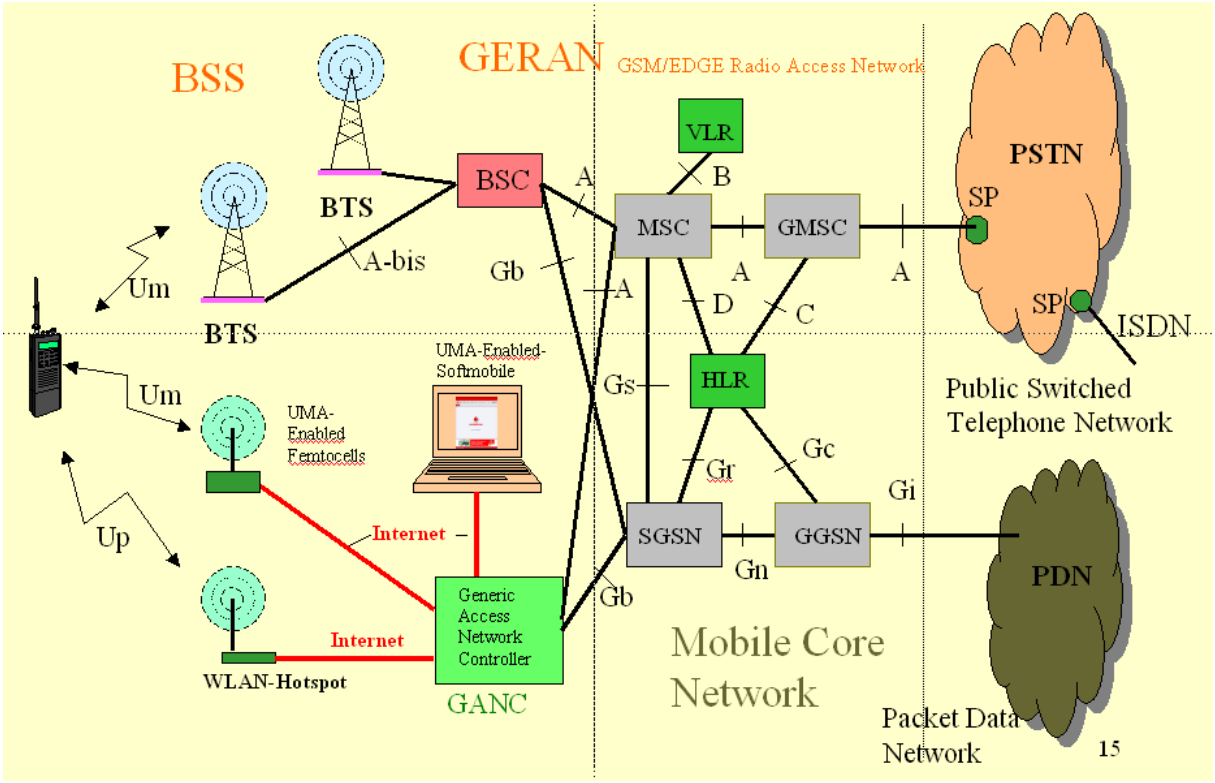


Bild 1: Die Rolle des GANC (UNC) bei der Kopplung einer TCP/IP Verbindung mit dem MCN

Am 8.April 2005 genehmigte die Leitung des 3rd Generation Partnership Projekt (3GPP) die Aufnahme der Spezifikation für „Generic Access to A/Gb interfaces“ in das 3GPP Release 6 (3GPP TS 43.318)
Bei der Übergabe an 3GPP wurden gegenüber den Spezifikationen des UMA Protokoll und der UMA Architektur nur triviale Änderungen in der Terminologie vorgenommen .
Was vorher als UMA bezeichnet wurde, heißt unter 3GPP nun Generic Access Network oder GAN. Der UMA Network Controller (UNC) wird nunmehr als Generic Access Network Controller oder GANC bezeichnet.

Wie aus Bild 1 hervorgeht spielt der GANC offenbart die Rolle des BSC im GERAN .Während der Base Station Controller über das A-bis Interface mit den BTS verbunden ist [B0], existieren drei Varianten der Anbindung des GANC an die Nutzerumgebung.

Variante 1 besteht in der Verwendung eines Mobiles, das außer dem GSM-Betriebssystem noch eine WiFi Komponente enthält, Während das Interface mit dem

das Mobile über die Luftschnittstelle kommuniziert als Um-Interface bezeichnet wird, heißt das letztere,. das es gestattet über einen WLAN-Hotspot und das Internet mit dem GANC und damit mit dem Mobile Core Network Verbindung aufzunehmen, Up-Interface.

Variante 2 sieht die Einrichtung einer Mini-BTS vor. Mit einer derartigen Femto-Cells genannten Einrichtung stellen Unternehmen eigene UMTS-Zugangspunkte als Internet-Access-Points bereit, über die Daten mit normalen Mobiles gesendet und empfangen werden können.

Variante 3 wird durch einen PC gebildet, auf dem ein UMA/GAN-Taugliches Softmobile installiert ist, mit dem über das Internet und das Mobilfunknetz kommuniziert werden kann.

In allen drei Fällen stellt der GANC eine Bücke zwischen WiFi und Cellular-Network dar. Eine Besonderheit gegenüber dem BSC besteht darin, dass der GANC ein Security Gateway (SEGW) enthält, das den Abschluss eines *secure remote access tunnels* zur Mobilstation bildet. Der Tunnel gestattet wechselseitige Authentication, Verschlüsselung und garantiert Datenintegrität sowohl für Signalisierung als auch für Sprach und Daten-Verkehr.

3. Wie greift das Mobile über das Internet auf den GANC zu

Der gesamte Verkehr über das Up-Interface wird über einen IP-Security (IPsec) Tunnel abgewickelt. Dieser Tunnel wird im Ergebnis der Authentication Procedure zwischen Mobile und GANC aufgebaut.
Von den Mobilfunkanbietern in Deutschland scheint allein Vodafone einen GANC zu betreiben. Wer den Dienst *Vodafone Zuhause* beauftragt hat, kann sich den Clienten *Vodafone IP Phone Pro* auf seinen PC laden und mit ihm wie mit einem Mobile über das Mobilfunknetz von Vodafone kommunizieren. Mit dem Tracetool Wireshark wurde die Verbindungsaufnahme von *Vodafone IP Phone Pro* mit dem GANC registriert. Einen Ausschnitt aus diesem Trace zeigt Bild 2. Die Zeilen werden über das *Transport Layer Security Version 1* (TLSv1) Protokoll verschlüsselt.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
216	12.657480	192.168.178.23	139.7.154.7	TLSv1	Client Hello
217	12.728466	139.7.154.7	192.168.178.23	TLSv1	Server Hello, Certificate,
220	12.781210	139.7.154.7	192.168.178.23	TLSv1	Server Key Exchange
221	12.794908	192.168.178.23	139.7.154.7	TLSv1	Client Key Exchange, Change Cipher Spec, Encrypted Handshake Message
222	12.859062	139.7.154.7	192.168.178.23	TLSv1	Change Cipher Spec, Encrypted Handshake Message
223	12.859530	192.168.178.23	139.7.154.7	TLSv1	Application Data

Bild 2: Ausschnitt aus einem Trace der Verbindungsaufnahme eines Vodafone IP Phone Pro mit dem GANC

Die Behauptung, dass es sich bei der IP-Nummer 139.7.154.7 um den GANC von Vodafone handelt, lässt sich wie folgt verifizieren:

Ein Mobiltelefon mit einer SIM-Karte von Vodafone wird über das dazugehörige USB-Kabel an einen PC angeschlossen. Mit dem USB-Modem des Mobiles wird eine Internetverbindung aufgebaut. Sämtliche Zugriffe auf das Internet verlaufen jetzt über die Mobilfunkstrecke. Nun startet man ein Traceroute zu einen fernen Server. Im Beispiel ist das *amsel.informatik.hu-berlin.de.* Aus dem Traceroute-Verlauf in Bild3, Zeile 2 geht hervor, dass der Server die IP-Nummer 139.7.127.6 besitzt.. Ein Klasse B Netz mit der Nummer 139.7.0.0

```
Routenverfolgung zu amsel.informatik.hu-berlin.de [141.20.21.25] über maximal 30
 Abschnitte:

  1    *        *        *     Zeitüberschreitung der Anforderung.
  2   384 ms   451 ms  1061 ms  139.7.127.6
  3   514 ms   280 ms   341 ms  dus-145-253-14-149.arcor-ip.net [145.253.14.149]

  4   341 ms   359 ms   359 ms  ffm-145-254-19-106.arcor-ip.net [145.254.19.106]

  5   336 ms   382 ms   318 ms  zr-fra1-ge0-2-0-4.x-win.dfn.de [188.1.56.21]
  6   378 ms   318 ms   299 ms  zr-pot1-te0-0-0-4.x-win.dfn.de [188.1.145.206]
  7   299 ms   359 ms   298 ms  xr-zib1-te1-3.x-win.dfn.de [188.1.144.29]
  8   317 ms   299 ms   299 ms  xr-adh1-te2-1.x-win.dfn.de [188.1.144.22]
  9  1044 ms   341 ms   378 ms  188.1.33.118
 10   814 ms   395 ms   503 ms  141.20.0.66
 11   416 ms   300 ms   316 ms  ER16-Inf.mgmt.hu-berlin.de [141.20.16.6]
 12   232 ms   342 ms   336 ms  amsel.informatik.hu-berlin.de [141.20.21.25]

Ablaufverfolgung beendet.
```

Bild 3: Traceroute über das Vodafonenetz zur Informatik

Ein Server aus diesem Netz besitzt, wie aus Bild 2 hervorgeht die IP-Nummer (139.7.154.7) des Kommunikationsendpunktes im Trace aus Bild 2.

Betrachten wir nun die Architektur der Steuerkanäle auf der UP-Schnittstelle der Circuit Switched (CS) Domäne (Bild4)

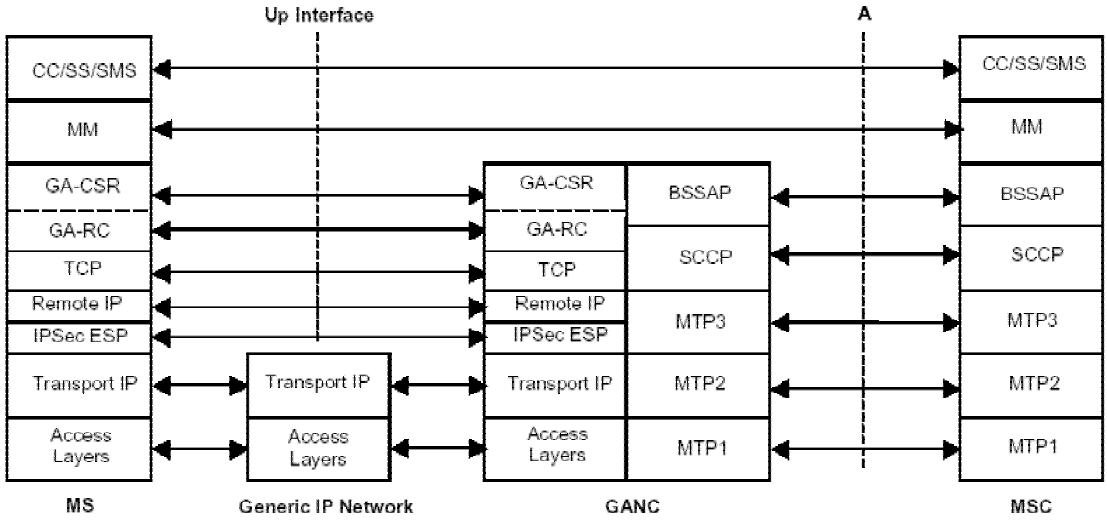


Bild 4: Architektur der Control-Ebene entsprechend ETSI TS 143 318 V7.5.0 (2008-07)

Betrachten wir die in Bild 4 dargestellten Schichten.

- IPSec ESP wurde bereits im Zusammenhang mit den Bildern 2 und 3 erörtert.. Ist der Tunnel eingerichtet, so werden über Remote IP und TCP die Meldungen der darüber gelegenen Schichten übertragen.[C0]
- GA-RC besteht aus den *Discovery messages* und den *Registration messages*.
- Die GA-CSR Meldungen sind Meldungen für den Verbindungsaufbau, die Verschlüsselung, den Aufbau des Verkehrskanals, den Abbau der Kanäle, für das Handover, für Paging und verschiedene andere Zwecke.
- In die Meldungen UPLINK/DOWNLINK DIRECT TRANSFER lassen sich die aus dem GSM [B0] bekannten CC/SS/SMS/MM Meldunge einpacken.

4. Prozeduren für die Entdeckung des GANC

In der ETSI TS 144 318 V7.5.0 (2008-01) „Mobile GAN interface layer 3 specifikation“ werden im Abschnitt 5 die „Elementary procedures for GANC Discovery“ beschrieben.

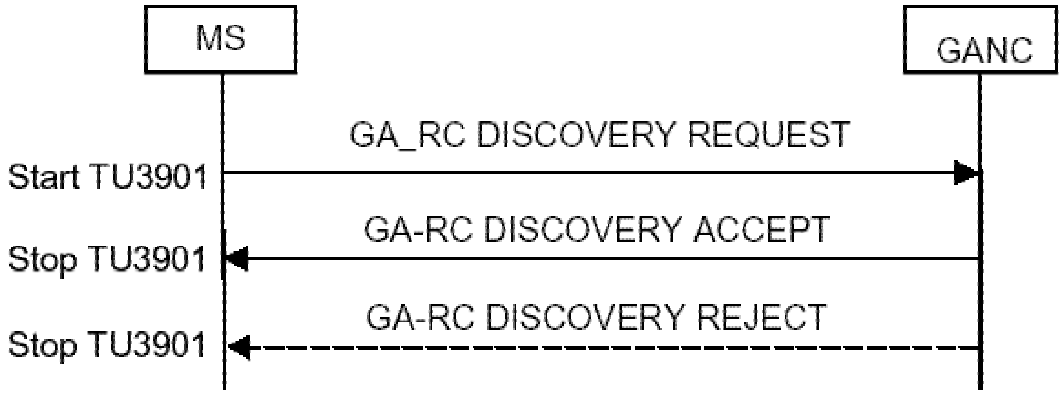


Bild 5: Discovery Procedure gemäß TS 144 318 V7.5.0 (2008-01)

Die Aufgabe dieser Prozedur besteht darin, es dem Netzwerk zu erlauben der MS einen Default Global Access Network Controller (GANC) zuzuweisen.
Diese Zuweisung besteht aus der IP-Adresse oder dem FQDN des GANC-SEGW (Security Gateway) und der IP-Adresse oder des Fully Qualified Domain Name des Default GANC. Beide sind erforderlich für die Registrierungs- Procedure.
Solange der Default GANC im Netzwerk verfügbar ist braucht das Mobile die Discovery Procedure kein zweites Mal auszuführen

In den zur Verfügung stehenden Tracen des vom Operator ORANGE/Fr realisierten UMA/GAN Projektes wurden keine DISCOVERY Meldungen gefunden, Es wird angenommen, dass die Angaben zum GANC in den Mobiles gespeichert waren.

5. Prozeduren für die Registrierung des Mobiles im Netz

Nach der „Entdeckung“ des *Default GANC*, erfolgt die Prozedur der Registrierung zwischen Mobile und dem GANC.
Ein Teil der Registrierungsprozedur besteht darin, dass das Mobile den GANC mit Angaben über die zur Zeit aktuelle Verbindung des Mobiles versorgt. Demgegenüber informiert der GANC das Mobile über die „GSM Systeminformation“, die im GAN-Mode abgehört werden. Die Registrierung erfolgt über den Ipsec Tunnel.

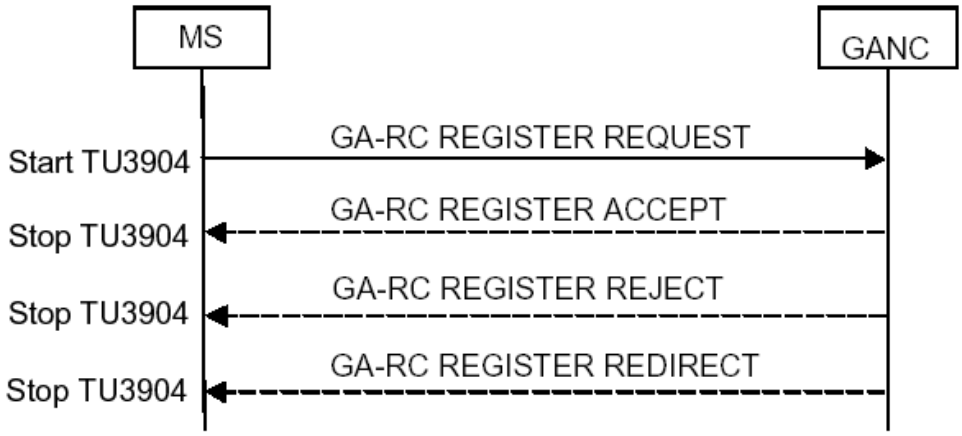


Bild 6: Registration Procedure gemäß TS 144 318 V7.5.0 (2008-01)

5.1 Die Meldung GA-RC REGISTER REQUEST

Nachstehend ist der Inhalt einer Meldung GA-RC REGISTER REQUEST dargestellt. Man liest u.A. nachstehende Eigenschaften des Mobiles ab:

- Zur Registrierung nennt das Mobile seine IMSI.
- Classmark des Mobiles sind GERAN aber nicht UTRAN Verträglichkeit, der Zugriff erfolgt über WLAN 802.11
- Die MAC-Adressen des Mobiles und des AccessPoints werden gemeldet
- Die im Mobile gespeicherte Location Area wird gemeldet und die Nummer der Livebox (des Hotspots)

```
_____[ 26 ]___[ 96933 ]___[ UP ]___[ GAN ]_____________

00 4b 01 10   01 08 29 80   10 09 00 04   28 57 02 01   00 07 02 12
00 03 07 00   00 16 41 bc   c8 22 60 07   00 00 0e 59   0f 61 ce 11
01 00 06 01   00 04 02 5c   ed 05 05 02   f8 10 24 01   29 01 01 3d
0d 01 4c 69   76 65 62 6f   78 2d 34 36   37 38 44 01   00 00 00

    0000000001001011  Length = 75

:Protocol Discriminator
01  0000----  Skip Indicator
    ----0001  GA-RC and Generic Access Circuit Switched Resource

:Message type
10  00010000  GA-RC REGISTER REQUEST
:IMSI
```

```
01  00000001  IMSI
08  00001000  length = 8
29  00101001  41
80  10000000  128
10  00010000  16
09  00001001  9
00  00000000  0
04  00000100  4
28  00101000  40
57  01010111  87

02  00000010  GAN Release Indicator
01  00000001  length = 1
00  00000000  0

07  00000111  GAN Classmark
02  00000010  length = 2
12  00------  Spare
    --0-----  The MS is not UTRAN Capable
    ---1----  The MS is GERAN  Capable
:Type of Generic access
    ----0010  WLAN 802.11
00  000000--  spare
    ------0-  The MS does not support PS handover to/from GAN mode
    -------0  RTP Redundancy not supported

:Radio Identity
03  00000011  AP Radio Identity
07  00000111  length = 7
00  0000----  spare
    ----0000  IEEE MAC-address format
00  00000000  take hex
16  00010110  take hex
41  01000001  take hex
bc  10111100  take hex
c8  11001000  take hex
22  00100010  tale hex

60  01100000  MS Radio Identity
07  00000111  length = 7
00  0000----  spare
    ----0000  IEEE MAC-address format
00  00000000  take hex
0e  00001110  take hex
59  01011001  take hex
0f  00001111  take hex
61  01100001  take hex
ce  11001110  tale hex

11  00010001  GSM RR/ UTRAN RRC State
01  00000001  length = 1
00  -----000  GSM RR is in IDLE state.

06  00000110  Coverage Indication
01  00000001  length = 1
00  00000000  Normal Service in the GERAN/UTRAN

04  00000100  GERAN Cell Identity
02  00000010  length = 2
5c  01011100  ID-Value 1
ed  11101101  ID-Value 2

05  00000101  Location Area Identification
05  00000101  length = 5
02  ----0010  Mobile CC digit 1   : 2
    0000----  Mobile CC digit 2   : 0
f8  ----1000  Mobile CC digit 3   : 8

    1111----  Mobile NC digit 3   : 15
10  ----0000  Mobile NC digit 1   : 0
    0001----  Mobile NC digit 2   : 1

24  00100100  Loc. area code (LAC) = ID of MSC (hex)
01  00000001  Loc. area code (LAC) = ID of BSC (hex)

29  00101001  Routing Area Code
01  00000001  length = 1
01  00000001  RAC
```

```
3d  00111101  Geographic Location
0d  00001101  length = 13
01  ----0001  Ellipsoid point with uncertainty Circle
4c  01001100  :               L
69  01101001  :               i
76  01110110  :               v
65  01100101  :               e
62  01100010  :               b
6f  01101111  :               o
78  01111000  :               x
2d  00101101  :               -
34  00110100  :               4
36  00110110  :               6
37  00110111  :               7
38  00111000  :               8
```

Bild 7: Trace der Meldung GA-RC REGISTER REQUEST aufgenommen mit einem SAGEM OT560

5.2 Die Meldung GA-RC REGISTER ACCEPT

Wie in Bild 8 dargestellt, wird In der Meldung GA-RC REGISTER ACCEPT dem Mobile u.A. mitgeteilt:

- Die Local Area ID des momentanen Standorts.
- Die Eigenschaften des GAN-Control.Channels insbesondere:
  Der Time Out Wert für das periodische Updating in 6 Min Schritten,
  die Möglichkeit der GPRS-Übertragung.,
  die Bevorzugung von GERAN für den Notruf,
  ein eventuelles Gesperrtsein von Access Control Klassen
- Die Timer:
  TU3906 für den Keep alive Mechanismus
  TU3910 wird gestellt wenn MS „roves out“. „Rove in“ nach Timerablauf
  TU3920 maximale Zeit bis Abbruch des *Handover zu GAN* Prozedur
  TU4001 Minimale Zeit vor Deaktivierung eines untätigen GA-Paket Kanals
  TU4003 Zeit wie oft es erlaubt ist, Fluss Steuer Nachrichten zu senden

```
_____[ 25 ]___[ 96943 ]___[ DOWN ]___[ GAN ]_____________

00 33 01 11  04 02 da 72  05 05 02 f8  10 75 03 0e  06 e6 3c 01
05 00 00 17  02 00 1e 16  02 00 64 13  01 02 25 02  00 32 0d 02
81 0e 2b 02  00 5a 3c 02  00 01 2c 01  01 00 00

:UMA
    0000000000110011  Length = 51

:Protocol Discriminator
01  0000----  Skip Indicator
    ----0001  GA-RC and Generic Access Circuit Switched Resource

:Message type
11  00010001  GA-RC  REGISTER  ACCEPT

04  00000100  Cell Identity
02  00000010  length=2
da  11011010  CI Value
72  01110010  CI Value

05  00000101  Location Area identification
05  00000101  length=5
02  ----0010  Mobile CC digit 1   : 2
    0000----  Mobile CC digit 2   : 0
f8  ----1000  Mobile CC digit 3   : 8
```

```
    1111----  Mobile NC digit 3   : 15
10  ----0000  Mobile NC digit 1   : 0
    0001----  Mobile NC digit 2   : 1

75  01110101  Loc. area code (LAC) = ID of MSC (hex)
03  00000011  Loc. area code (LAC) = ID of BSC (hex)

0e  00001110  GAN Control Channel Description
06  00000110  length=6
e6  1-------  MSC is Release '99 onwards
    -1------  MSs   in the cell shall apply IMSI attach and detach procedure.
    --1-----  Network supports dual transfer mode
    ---0----  GPRS available
    ----01--  Network Mode of Operation II
    ------1-  Early Classmark Sending is forbidden
    -------0  spare
3c  00111100  T3212 timeout value
01  00000001  Routing Area Code
05  00------  spare
    --0-----  The network does not support PS handover between GERAN/UTRAN mode and GAN mode.
    ---0----  UTRAN classmark change message shall not be sent with the Early classmark
sending
    ----0---  The network does not support packet flow context procedures.
    -----1--  Call Re-establishment not allowed in the cell
    ------0-  GERAN/UTRAN is preferred for Emergency calls
    -------1  SGSN is Release '99 onwards
00  00000000  Access Control Class 15 to 08
00  00000000  Access Control Class 07 to 00

17  00010111  TU3910 Timer
02  00000010  length=2
00  00000000  TU3910 Timer Value MSB
1e  00011110  TU3910 Timer Value LSB

16  00010110  TU3906 Timer
02  00000010  length=2
00  00000000  TU3906 Timer Value MSB
64  01100100  TU3906 Timer Value LSB

13  00010011  GAN Band
01  00000001  length=1
02  ----0010  GSM 1800 is supported

25  00100101  TU3920 Timer
02  00000010  length=2
00  00000000  TU3920 Timer Value MSB
32  00110010  TU3920 Timer Value LSB

0d  00001101  GAN Cell Description
02  00000010  length=2
81  10------  BCCH ARFCN high part
    --000---  NCC
    -----001  BCC
0e  00001110  BCCH ARFCN low part


2b  00101011  TU4001 Timer
02  00000010  length=2
00  00000000  TU4001 Timer Value MSB
5a  01011010  TU4001 Timer Value LSB

3c  00111100  TU4003 Timer
02  00000010  length=2
00  00000000  TU4003 Timer Value MSB
01  00000001  TU4003 Timer Value LSB

2c  00101100  Location Status
01  00000001  length=1
01  000000--  spare
    ------01  MS location unknown
```

Bild 8: Trace der Meldung GA-RC REGISTER ACCEPT aufgenommen mit einem SAGEM OT560

5.3 Die Meldung GA-RC REGISTER REJECT

Für die Meldung GA-RC REGISTER REJECT besitzt der Verfasser kein Tracebeispiel. Aus der Technical Spezification ETSI TS 144 318 V7.5.0 Abschnitt 10.1.8 geht jedoch hervor, dass die Meldung nur ein Pflicht Information Element besitzt, das ist Register Reject Cause. Danach können folgende Gründe für die Zurückweisung vorliegen

0 Network Congestion
1 AP not allowed
2 Location not allowed
3 Invalid GANC
4 Geo Location not known
5 IMSI not allowed
6 Unspecified
7 GANC-SEGW certificate not valid
8 EAP_SIM authentication failed
9 TCP establishment failed
10 Redirection
11 EAP-AKA Authentication failed

5.4 Die Meldung GA-RC REGISTER REDIRECT

Der GANC kann diese Meldung verwenden, wenn das Mobile zu einem anderen GANC umgeleitet werden muss.

```
_____[ 4873 ]___[ 167825 ]___[ DOWN ]___[ GAN ]_____________

00 3b 01 12  0a 14 73 67  77 2e 6d 6f  62 69 6c 65  2e 6f 72 61
6e 67 65 2e  66 72 62 1d  48 42 53 43  30 32 2e 4d  4f 42 49 4c
45 2e 4f 52  41 4e 47 45  46 52 41 4e  43 45 2e 46  52 67 02 36
b1 00 00

:UMA
    0000000000111011  Length = 59

:Protocol discriminator
01  0000----  Skip Indicator
    ----0001  GA-RC and Generic Access Circuit Switched Resource

:Message type
12  00010010  GA-RC REGISTER REDIRECT
:IP Address
:Fully Qualified Domain/Host Name
0a  00001010  Serving GAN-SEGW FQDN
14  00010100  length = 20
73  01110011  :               s
67  01100111  :               g
77  01110111  :               w
2e  00101110  :               .
6d  01101101  :               m
6f  01101111  :               o
62  01100010  :               b
69  01101001  :               i
6c  01101100  :               l
65  01100101  :               e
2e  00101110  :               .
6f  01101111  :               o
72  01110010  :               r
61  01100001  :               a
6e  01101110  :               n
67  01100111  :               g
65  01100101  :               e
```

```
2e  00101110  :               .
66  01100110  :               f
72  01110010  :               r
:IP Address
:Fully Qualified Domain/Host Name
62  01100010  ServingGANC FQDN
1d  00011101  length = 29
48  01001000  :               H
42  01000010  :               B
53  01010011  :               S
43  01000011  :               C
30  00110000  :               0
32  00110010  :               2
2e  00101110  :               .
4d  01001101  :               M
4f  01001111  :               O
42  01000010  :               B
49  01001001  :               I
4c  01001100  :               L
45  01000101  :               E
2e  00101110  :               .
4f  01001111  :               O
52  01010010  :               R
41  01000001  :               A
4e  01001110  :               N
47  01000111  :               G
45  01000101  :               E
46  01000110  :               F
52  01010010  :               R
41  01000001  :               A
4e  01001110  :               N
43  01000011  :               C
45  01000101  :               E
2e  00101110  :               .
46  01000110  :               F
52  01010010  :               R
:Communication port
67  01100111  Serving GANC TCP port number
02  00000010  length
    0011011010110001  14001
```

Bild 9: Trace der Meldung GA-RC REGISTER REDIRECT aufgenommen mit einem SAGEM OT560

5.5 Die Meldung GA-RC DEREGISTER

Erhält ein GANC eine derartige Meldung, so entfernt er alle Contexte die sich auf dieses Mobile beziehen. Ein Mobile das diese Meldung vom GANC erhält löscht alle GA-RC, GA-CSR und GA-PSR Resource. Siehe auch nachstehenden Trace.

```
.
_____[ 27 ]___[ 92133 ]___[ UP ]___[ GAN ]_____________

00 05 01 14  15 01 06 00  00

:UMA
    0000000000000101  Length = 5

:Protokolldiscriminator
01  0000----  Skip Indicator
    ----0001  GA-RC and Generic Access Circuit Switched Resource
:Message type
14  00010100  URR DEREGISTER
15  00010101  Register Reject Cause IEI
01  00000001  length = 1
06  00000110  Unspecified
```

Bild 10: Trace der Meldung GA-RC DEREGISTER aufgenommen mit einem SAGEM OT560

6. Elementare Prozeduren für die Circuit Switched (CS) Domäne

6.1 Der GA-CSR Verbindungsaufbau

Wie in Bild 11 dargestellt, befindet sich das Mobile nach der Registrierung im GA-CRS IDLE Mode. Wenn die oberen Schichten den Übergang in den DEDICATED Mode anfordern, sendet das Mobile einen GA-CSR REQUEST zum Netz

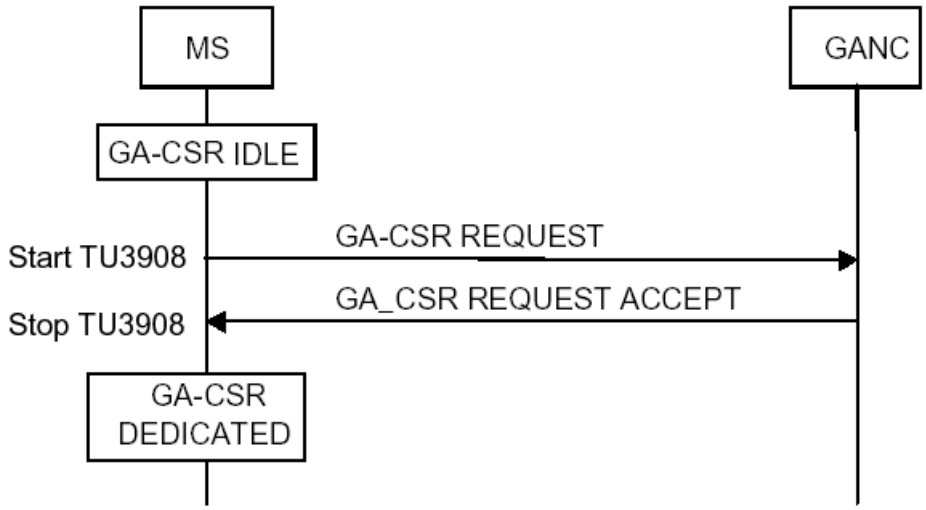


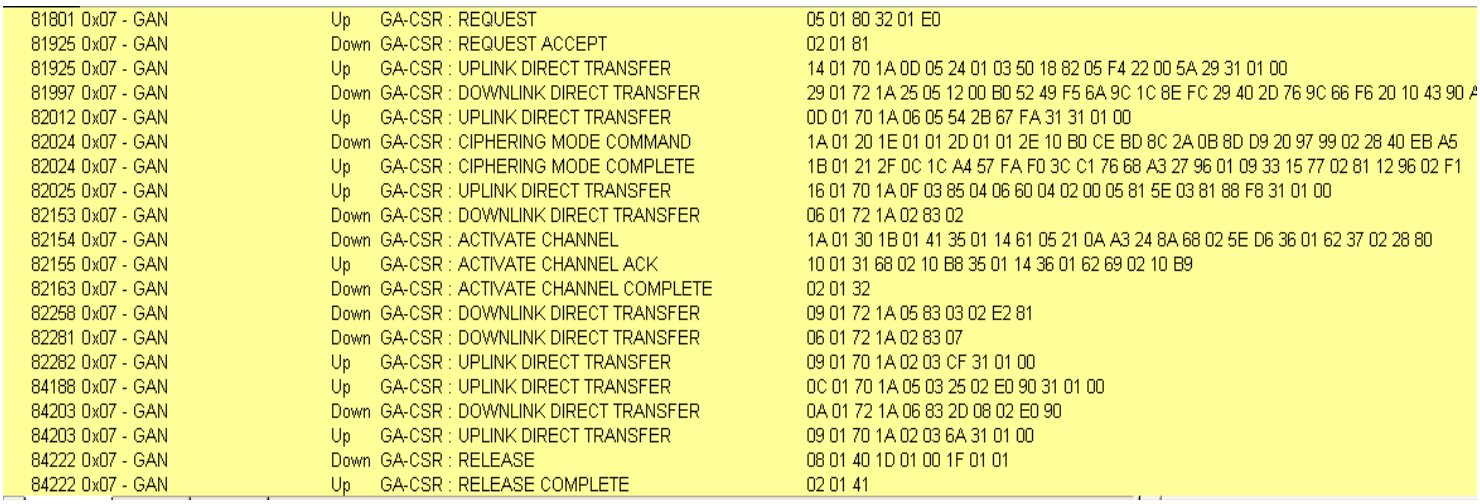
Bild 11: Erfolgreiche Initiierung einer GA-CSR Verbindung

Das Netz antwortet mit GA-CSR REQUEST ACCEPT, siehe Bild12.

```
_____[ 540 ]___[ 81801 ]___[ UP ]___[ GAN ]_____________

00 05 01 80  32 01 e0 00  00

    0000000000000101  Length = 5

:Protokolldiscriminator
01  0000----  SkipIndicator
    ----0001  GA-RC and Generic Access Circuit Switched Resource

:Messagetype
80  10000000  GA-CSR REQUEST
32  00110010  Establishment Cause
01  00000001  length=1
e0  11100000  Originating speech call and TCH/F is needed

_____[ 539 ]___[ 81925 ]___[ DOWN ]___[ GAN ]_____________

00 02 01 81  00 00

    0000000000000010  Length = 2

:Protokolldiscriminator
01  0000----  SkipIndicator
    ----0001  GA-RC and Generic Access Circuit Switched Resource

:Message type
81  10000001  GA-CSR REQUEST ACCEPT
```

Bild 12: Trace der Meldungen GA-CSR REQUES und GA-CSR REQUEST ACCEPT

Der gesamte Ablauf der Verbindungsaufnahme des Mobiles mit dem Mobile Core Network über den GANC ist in Bild 13 dargestellt.



81801 0x07 - GAN	Up	GA-CSR : REQUEST	05 01 80 32 01 E0
81925 0x07 - GAN	Down	GA-CSR : REQUEST ACCEPT	02 01 81
81925 0x07 - GAN	Up	GA-CSR : UPLINK DIRECT TRANSFER	14 01 70 1A 0D 05 24 01 03 50 18 82 05 F4 22 00 5A 29 31 01 00
81997 0x07 - GAN	Down	GA-CSR : DOWNLINK DIRECT TRANSFER	29 01 72 1A 25 05 12 00 B0 52 49 F5 6A 9C 1C 8E FC 29 40 2D 76 9C 66 F6 20 10 43 90 A
82012 0x07 - GAN	Up	GA-CSR : UPLINK DIRECT TRANSFER	0D 01 70 1A 06 05 54 2B 67 FA 31 31 01 00
82024 0x07 - GAN	Down	GA-CSR : CIPHERING MODE COMMAND	1A 01 20 1E 01 01 2D 01 01 2E 10 B0 CE BD 8C 2A 0B 8D D9 20 97 99 02 28 40 EB A5
82024 0x07 - GAN	Up	GA-CSR : CIPHERING MODE COMPLETE	1B 01 21 2F 0C 1C A4 57 FA F0 3C C1 76 68 A3 27 96 01 09 33 15 77 02 81 12 96 02 F1
82025 0x07 - GAN	Up	GA-CSR : UPLINK DIRECT TRANSFER	16 01 70 1A 0F 03 85 04 06 60 04 02 00 05 81 5E 03 81 88 F8 31 01 00
82153 0x07 - GAN	Down	GA-CSR : DOWNLINK DIRECT TRANSFER	06 01 72 1A 02 83 02
82154 0x07 - GAN	Down	GA-CSR : ACTIVATE CHANNEL	1A 01 30 1B 01 41 35 01 14 61 05 21 0A A3 24 8A 68 02 5E D6 36 01 62 37 02 28 80
82155 0x07 - GAN	Up	GA-CSR : ACTIVATE CHANNEL ACK	10 01 31 68 02 10 B8 35 01 14 36 01 62 69 02 10 B9
82163 0x07 - GAN	Down	GA-CSR : ACTIVATE CHANNEL COMPLETE	02 01 32
82258 0x07 - GAN	Down	GA-CSR : DOWNLINK DIRECT TRANSFER	09 01 72 1A 05 83 03 02 E2 81
82281 0x07 - GAN	Down	GA-CSR : DOWNLINK DIRECT TRANSFER	06 01 72 1A 02 83 07
82282 0x07 - GAN	Up	GA-CSR : UPLINK DIRECT TRANSFER	09 01 70 1A 02 03 CF 31 01 00
84188 0x07 - GAN	Up	GA-CSR : UPLINK DIRECT TRANSFER	0C 01 70 1A 05 03 25 02 E0 90 31 01 00
84203 0x07 - GAN	Down	GA-CSR : DOWNLINK DIRECT TRANSFER	0A 01 72 1A 06 83 2D 08 02 E0 90
84203 0x07 - GAN	Up	GA-CSR : UPLINK DIRECT TRANSFER	09 01 70 1A 02 03 6A 31 01 00
84222 0x07 - GAN	Down	GA-CSR : RELEASE	08 01 40 1D 01 00 1F 01 01
84222 0x07 - GAN	Up	GA-CSR : RELEASE COMPLETE	02 01 41

Bild 13: Ablauf einer Verbindungsaufnahme des Mobiles über den GANC

6.2 Die Meldungen des Non Access Stratums im Verbindungsaufbau

Nachdem das Netz den GA.CSR REQUEST akzeptiert hat, folgt eine UPLINK DIRECT TRANSFER Message vom Mobile zum Netz. Das ist eine NAS (Non Access Stratum) Message, in die aus dem GSM bekannte Meldungen (hier CM SERVICE REQUEST) eingepackt werden (siehe Bild 14). Die Mehrzahl der zwischen Mobile und GANC ausgetauschten Meldungen gehören dazu. Siehe auch Bild 4 die oberen beiden Lagen.

```
_____[ 538 ]___[ 81925 ]___[ UP ]___[ GAN ]_____________

00 14 01 70  1a 0d 05 24  01 03 50 18  82 05 f4 22  00 5a 29 31
01 00 00 00

    0000000000010100  Length = 20

:Protokolldiscriminator
01  0000----  SkipIndicator
    ----0001  GA-RC and Generic Access Circuit Switched Resource

:Messagetype
70  01110000  GA-CSR UPLINK DIRECT TRANSFER

1a  00011010  NAS-Message

0d  00001101  Length= 13
05  0-------  direction from      : originating site
    -000----  TransactionID       : 0
    ----0101  Protocol Discrim.   : mobility management messages non GPRS
24  00------  SendSequenceNumber  : 0

    --100100  MESSAGE TYPE        : CM SERVICE REQUEST

01  0-------  spare               : 0
    -000----  value for the ciphering key sequence number = 0
    ----0001  Requ.service type   : Mobile originating call establishment, or packet mode
              connection establishment

: Mobile Station Classmark 2
03  00000011  length              : 3
```

```
50  0-------  1 spare             : 0
    ---1----  "Controlled Early Classmark Sending" option is implemented in the MS
    ----0---  Encryp.Algor. A5_1  : available
    -----000  RF power capability : Class 1

18  0-------  1 spare bit         : 0
    -0------  pseudo-synch.capab. : not present
    --01----  SS Screening Indic. : phase 2 error handling
    ----1---  Mobile station supports mobile terminated point to point SMS
    -----0--  no VoiceBroadcastService (VBS) capability or no notifications wanted
    ------0-  no VoiceGroupCallService (VGCS) capability or no notifications wanted
    -------0  The MS does not support the E-GSM or R-GSM band

82  1-------  The MS does support any options that are indicated in CM3
    -0------  1 spare bit         : 0
    --0-----  LocationServiceValueAdded Capability  not supported
    ---0----  1 spare bit         : 0
    ----0---  SoLSA Capability    : not supported
    -----0--  Network initiated MO CM connection request not supported.
    ------1-  encryp.algorith.A5/3: available
    -------0  encryp.algorith.A5/2: not available

: Mobile identity

05  00000101  length              : 5

f4  ----0---  No. of ID digits     : even
    -----100  Type of identity     : TMSI/P-TMSI
    1111----  Identity Digit 1     : 95
22  00100010  Identity Digit 2,3  : take hex value
00  00000000  Identity Digit 4,5  : take hex value
5a  01011010  Identity Digit 6,7  : take hex value
29  00101001  Identity Digit 8,9  : take hex value
```

Bild 14: CM SERVICE REQUEST als NAS Message verpackt.

Das Netz verlangt nun als nächstes, auch als NAS Message verpackt, die Authentication vom Mobile.

```
_____[ 537 ]___[ 81997 ]___[ DOWN ]___[ GAN ]_____________

00 29 01 72  1a 25 05 12  00 b0 52 49  f5 6a 9c 1c  8e fc 29 40
2d 76 9c 66  f6 20 10 43  90 a6 7f 58  e8 00 00 6c  73 58 f3 3c
e8 c5 a9 00  00

    0000000000101001  Length = 41

:Protokolldiscriminator
01  0000----  SkipIndicator
    ----0001  GA-RC and Generic Access Circuit Switched Resource

:Messagetype
72  01110010  GA-CSR DOWNLINK DIRECT TRANSFER

1a  00011010  NAS-Message

25  00100101  Length= 37
05  0-------  direction from      : originating site
    -000----  TransactionID       : 0
    ----0101  Protocol Discrim.   : mobility management messages non GPRS
12  00------  SendSequenceNumber  : 0

    --010010  MESSAGE TYPE        : AUTHENTICATION REQUEST

00  0000----  Spare
    ----0---  Spare
    -----000  Ciph.Key Seq. Numb. : 0

: Authentication parameter RAND
b0  10110000  Parameter 1         : 176
52  01010010  Parameter 2         : 82
```

```
49  01001001  Parameter 3         : 73
f5  11110101  Parameter 4         : 245
6a  01101010  Parameter 5         : 106
9c  10011100  Parameter 6         : 156
1c  00011100  Parameter 7         : 28
8e  10001110  Parameter 8         : 142
fc  11111100  Parameter 9         : 252
29  00101001  Parameter 10        : 41
40  01000000  Parameter 11        : 64
2d  00101101  Parameter 12        : 45
76  01110110  Parameter 13        : 118
9c  10011100  Parameter 14        : 156
66  01100110  Parameter 15        : 102
f6  11110110  Parameter 16        : 246

20  00100000  Authentication parameter AUTN
10  00010000  Length=16
43  01000011  Parameter 1         : 67
90  10010000  Parameter 2         : 144
a6  10100110  Parameter 3         : 166
7f  01111111  Parameter 4         : 127
58  01011000  Parameter 5         : 88
e8  11101000  Parameter 6         : 232
00  00000000  Parameter 7         : 0
00  00000000  Parameter 8         : 0
6c  01101100  Parameter 9         : 108
73  01110011  Parameter 10        : 115
58  01011000  Parameter 11        : 88
f3  11110011  Parameter 12        : 243
3c  00111100  Parameter 13        : 60
e8  11101000  Parameter 14        : 232
c5  11000101  Parameter 15        : 197
a9  10101001  Parameter 16        : 169
```

Bild 15: AUTHENTICATION REQUEST als NAS Message verpackt.

Die Antwort auf den AUTHENTICATION REQUEST ist in Bild 16 dargestellt.

```
_____[ 536 ]___[ 82012 ]___[ UP ]___[ GAN ]_____________

00 0d 01 70  1a 06 05 54  2b 67 fa 31  31 01 00 00  00

    0000000000001101  Length = 13

:Protokolldiscriminator
01  0000----  Skip Indicator
    ----0001  GA-RC and Generic Access Circuit Switched Resource

:Message type
70  01110000  GA-CSR UPLINK DIRECT TRANSFER

1a  00011010  NAS-Message

06  00000110  Length= 6
05  0-------  direction from      : originating site
    -000----  TransactionID       : 0
    ----0101  Protocol Discrim.   : mobility management messages non GPRS
54  01------  SendSequenceNumber  : 1

    --010100  MESSAGE TYPE        : AUTHENTICATION RESPONSE

: Authentication Parameter SRES
2b  00101011  Parameter 1         : 43
67  01100111  Parameter 2         : 103
fa  11111010  Parameter 3         : 250
31  00110001  Parameter 4         : 49
```

Bild 16: AUTHENTICATION RESPONSE als NAS Message verpackt

Die Verschlüsselung erfolgt (siehe Abschnitt 6.3).wieder mit speziellen Meldungen des GAN. Es folgen die klassischen, bereits aus dem ISDN bekannten Meldungen SETUP und Call PROCEEDING.

```
_____[ 533 ]___[ 82025 ]___[ UP ]___[ GAN ]_____________

00 16 01 70  1a 0f 03 85  04 06 60 04  02 00 05 81  5e 03 81 88
f8 31 01 00  00 00

    0000000000010110  Length = 22

:Protokolldiscriminator
01  0000----  Skip Indicator
    ----0001  GA-RC and Generic Access Circuit Switched Resource

:Message type
70  01110000  GA-CSR UPLINK DIRECT TRANSFER

1a  00011010  NAS-Message

0f  00001111  Length= 15
03  0-------  direction from      : originating site
    -000----  TransactionID       : 0
    ----0011  Protocol Discrim.   : Call control and call related SS messages
85  10------  SendSequenceNumber  : 0

    --000101  MESSAGE TYPE        : SETUP

04  00000100  INFORMATION ELEMENT : Bearer capability
06  00000110  length              : 6
60  0-------  Extension           : 0

    -11-----  Radio Channel Req.  : dual rate support MS/full rate preferred
    ---0----  Coding Standard     : GSM standard coding
    ----0---  Transfer Mode       : Circuit Mode
    -----000  Info Transfer Cap.  : speech
04  0-------  Extension           : 0
    -0------  Coding              : octet used for extension of inf. transf. capab.
    --00----  Spare               : 00
    ----0100  speech Veers. indic. : GSM full rate speech version 3
02  0-------  Extension           : 0
    -0------  Coding              : octet used for extension of inf. transf. capab.
    --00----  Spare               : 00
    ----0010  speech Vers. indic. : GSM full rate speech version 2
00  0-------  Extension           : 0
    -0------  Coding              : octet used for extension of inf. transf. capab.
    --00----  Spare               : 00
    ----0000  speech Vers. indic. : GSM full rate speech version 1
05  -0------  Compression         : data compression not possible
    --00----  Structure           : service data unit integrity
    ----0---  Duplex Mode         : half duplex
    ------0-  Negot. of Int.      : No meaning is associated with this value.
81  1-------  Extension           : 1
    -00-----  Access ID           : octet identifier
    ---00---  Rate Adaptation     : no rate adaption
    -----001  Signalling Acc.Prot : I.440/450

5e  01011110  INFORMATION ELEMENT : CalledPartyBCDNumber
03  00000011  length              : 3
81  1-------  Extension           : 1
    -000----  Type of number      : unknown
    ----0001  Numb. plan id.      : ISDN/telephony. numb. plan (Rec. E.164/E.163) _
88..f8        number              : 888
```

Bild 17: SETUP als NAS Message verpackt

Die dem SETUP folgende Meldung CALL PROCEEDING besteht lediglich aus dem Namen der Meldung.
Die jetzt folgenden GA-CSR Meldungen, die den Kanal aktivieren, sollen im Abschnitt 6.3 erklärt werden.
Es folgen nun, als NAS Messages eingekleidet, die aus ISDN und GSM bekannten Meldungen:
PROGRESS, CONNECT, CONNECT ACKNOWLEDGE, DISCONNECT, RELEASE, RELEASE COMPLETE.

6.3 Weitere beim Verbindungsaufbau beteiligten GA-CSR Meldungen

Im GSM weist das Netz dem Mobile in der Meldung CIPHERING MODE COMMAND nur den Algorithmus zu und die Forderung die IMEISV einzuschließen. Im GAN wird zusätzlich noch der RAND zugewiesen, mit dem der Schlüssel erzeugt werden muss.

```
_____[ 535 ]___[ 82024 ]___[ DOWN ]___[ GAN ]_____________

00 1a 01 20  1e 01 01 2d  01 01 2e 10  b0 ce bd 8c  2a 0b 8d d9
20 97 99 02  28 40 eb a5  00 00

    0000000000011010  Length = 26

:Protokolldiscriminator
01  0000----  Skip Indicator
    ----0001  GA-RC and Generic Access Circuit Switched Resource

:Message type
20  00100000  GA-CSR CIPHERING MODE COMMAND
1e  00011110  Cipher Mode Settings IEI
01  00000001  length = 1
01  -------1  start ciphering
    ----000-  cipher with algorithm A5/1
    0000----  spare
2d  00101101  Cipher Response IE
01  00000001  length = 1
01  -------1  IMEISV shall be included
    0000000-  spare
2e  00101110  Ciphering Command RAND IEI
10  00010000  length = 16
b0  10110000  RAND Value
ce  11001110  RAND Value
bd  10111101  RAND Value
8c  10001100  RAND Value
2a  00101010  RAND Value
0b  00001011  RAND Value
8d  10001101  RAND Value
d9  11011001  RAND Value
20  00100000  RAND Value
97  10010111  RAND Value
99  10011001  RAND Value
02  00000010  RAND Value
28  00101000  RAND Value
40  01000000  RAND Value
eb  11101011  RAND Value
a5  10100101  RAND Value
```

Bild 18: Die GAN Meldung CIPHERING MODE COMMAND

Im GSM enthält die Quittung nur das Informationselement Mobile Identity. Beim GAN ist zusätzlich noch der MAC-Header angegeben

```
_____[ 534 ]___[ 82024 ]___[ UP ]___[ GAN ]_____________

00 1b 01 21  2f 0c 1c a4  57 fa f0 3c  c1 76 68 a3  27 96 01 09
33 15 77 02  81 12 96 02  f1 00 00

    0000000000011011  Length = 27

:Protokolldiscriminator
01  0000----  Skip Indicator
    ----0001  GA-RC and Generic Access Circuit Switched Resource

:Message type
21  00100001  GA-CSR CIPHERING MODE COMPLETE
```

```
2f  00101111  Ciphering Command MAC IEI
0c  00001100  length = 12
1c  00011100  MAC value part
a4  10100100  MAC value part
57  01010111  MAC value part
fa  11111010  MAC value part
f0  11110000  MAC value part
3c  00111100  MAC value part
c1  11000001  MAC value part
76  01110110  MAC value part
68  01101000  MAC value part
a3  10100011  MAC value part
27  00100111  MAC value part
96  10010110  MAC value part

01  00000001  MobileEquipmentIdentity
09  00001001  length = 9
33  00110011  take hex value
15  00010101  take hex value
77  01110111  take hex value
02  00000010  take hex value
81  10000001  take hex value
12  00010010  take hex value
96  10010110  take hex value
02  00000010  take hex value
f1  11110001  take hex value
```

Bild 19: Die GAN Meldung CIPHERING MODE COMPLETE

Anders als im GSM muss im GAN zusätzlich zum SETUP noch ein Verkehrskanal definiert werden. Mit GA-CSR ACTIVATE CHANNEL teilt das Netz dem Mobile mit, dass die Sprachproben, wie im GSM, in 20 ms Länge übertragen werden. Das Mobile erfährt die IP-Adresse und die RTP bzw. RTCP Ports

```
_____[ 531 ]___[ 82154 ]___[ DOWN ]___[ GAN ]_____________

00 1a 01 30  1b 01 41 35  01 14 61 05  21 0a a3 24  8a 68 02 5e
d6 36 01 62  37 02 28 80  00 00

    0000000000011010  Length = 26

:Protokolldiscriminator
01  0000----  Skip Indicator
    ----0001  GA-RC and Generic Access Circuit Switched Resource

:Message type
30  00110000  GA-CSR ACTIVATE CHANNEL

1b  00011011  Channel Mode
01  00000001  length=1
41  01000001  speech full rate or half rate version 3

35  00110101  Sample Size
01  00000001  length=1
14  00010100  20ms of CS payload included in each RTP/UDP packet

61  01100001  IP address IEI
05  00000101  length=5
21  00100001  IPv4 address
0a  00001010  10
a3  10100011  163
24  00100100  36
8a  10001010  138

68  01101000  Real Time Protocol UDP Port
02  00000010  2
    0101111011010110  Communication Port=24278
```

```
36  00110110  Payload Type
01  00000001  length=1
62  01100010  Type=98

37  00110111  Real Time Control Protocol UDP Port
02  00000010  2
    0010100010000000  Communication Port=10368
```

Bild 20: Die GAN Meldung GA-CSR ACTIVATE CHANNEL

In der Meldung GA-CSR ACTIVATE CHANNEL ACKNOWLEDGE teilt die MS dem Netz mit welcher RTCP UTP Port bei der Kommunikation mit dem Mobile zu verwenden ist

```
_____[ 530 ]___[ 82155 ]___[ UP ]___[ GAN ]_____________

00 10 01 31  68 02 10 b8  35 01 14 36  01 62 69 02  10 b9 00 00


    0000000000010000  Length = 16

:Protokolldiscriminator
01  0000----  Skip Indicator
    ----0001  GA-RC and Generic Access Circuit Switched Resource

:Message type
31  00110001  GA-CSR ACTIVATE CHANNEL ACKNOWLEDGE

68  01101000  Real Time Protocol UDP Port
02  00000010  2
    0001000010111000  Communication Port=4280

35  00110101  Sample Size
01  00000001  length=1
14  00010100  20ms of CS payload included in each RTP/UDP packet

36  00110110  Payload Type
01  00000001  length=1
62  01100010  Type=98

69  01101001  Real Time Control Protocol UDP Port
02  00000010  2
    0001000010111001  Communication Port=4281
```

Bild 21: Die GAN Meldung GA-CSR ACTIVATE CHANNEL

Die Meldung GA-CSR ACTIVATE CHANNEL COMPLETE besteht nur aus dem Namen.
GA-CSR RELEASE und RELEASE COMPLETE sind nahezu GSM identisch und lösen den IP-Kanal auf

7. Handover zwischen GAN und GSM

7.1 Umschalten von GAN zu GSM

Es wir zunächst ein Beispiel gezeigt, in dem sich ein Mobile im GAN-Mode befindet, aber parallel dazu Systeminformationen auf dem Funkkanal abhört. Das Mobile stellt fest, dass die Empfangsbedingungen auf dem Funkkanal günstiger sind als im WLAN und informiert das Netz über diesen Zustand in einer GA-CSR: HANDOVER INFORMATION. Das Netz sendet über GAN-Kanal das GACSR: HANDOVER

COMMAND und die Meldung PHYSIKAL INFORMATION bereits über den Slow Dedicated Control Channel.

73189	0x00 - RadioRessource		Down	RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 3	06 1B 7E 07 02 F8 10 24 01 E8 03 3C 54 45 00 79 00 00 1C B3 2B 2B
74419	0x03 - LAPD-m	BCCH	Down	(RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 3)	49 06 1B EE 36 02 F8 10 24 01 E8 03 3C 54 80 0F 79 00 00 84 00 41 0B
74419	0x00 - RadioRessource		Down	RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 3	06 1B EE 36 02 F8 10 24 01 E8 03 3C 54 80 0F 79 00 00 84 00 41 0B
75289	0x07 - GAN		Up	GA-CSR : HANDOVER INFORMATION	3F 01 53 0F 32 00 02 F8 10 24 01 13 AB 02 F8 10 24 01 EE 36 02 F8 10 24 01
75391	0x07 - GAN		Down	GA-CSR : HANDOVER COMMAND	21 01 54 20 1D 06 2B 05 16 0E B1 7A 22 05 63 41 69 01 04 2F A7 00 00 00 00
75413	0x03 - LAPD-m	SDCCH	Down	UI (RR : PHYSICAL INFORMATION)	03 03 0D 06 2D 03 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B
75413	0x00 - RadioRessource		Up	RR : HANDOVER COMPLETE	06 2C 00
75413	0x03 - LAPD-m	FACCH Full	Up	SABM (no L3 info)	01 3F 01 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B
75439	0x03 - LAPD-m	FACCH Full	Down	UA (no L3 info)	01 73 01 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B
75439	0x03 - LAPD-m	FACCH Full	Up	I (RR : HANDOVER COMPLETE)	01 00 0D 06 2C 00 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B
75444	0x03 - LAPD-m	FACCH Full	Down	UI (RR : PHYSICAL INFORMATION)	03 03 0D 06 2D 03 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B
75465	0x00 - RadioRessource		Up	RR : MEASUREMENT REPORT	06 15 00 40 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
75465	0x03 - LAPD-m	SACCH	Up	UI (RR : MEASUREMENT REPORT)	00 00 01 03 49 06 15 00 40 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
75470	0x03 - LAPD-m	FACCH Full	Down	RR (no L3 info)	01 21 01 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B
75483	0x03 - LAPD-m	FACCH Full	Down	I (RR : CLASSMARK ENQUIRY)	03 20 09 06 13 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B
75483	0x00 - RadioRessource		Down	RR : CLASSMARK ENQUIRY	06 13
75483	0x03 - LAPD-m	FACCH Full	Up	RR (no L3 info)	03 21 01 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B
75483	0x00 - RadioRessource		Up	RR : CLASSMARK_CHANGE	06 16 03 50 18 82 20 07 60 14 54 76 01 10 10
75484	0x07 - GAN		Down	GA-CSR : RELEASE	05 01 40 1D 01 00
75484	0x07 - GAN		Up	GA-CSR : RELEASE COMPLETE	02 01 41
75485	0x03 - LAPD-m	FACCH Full	Up	I (RR : CLASSMARK_CHANGE)	01 22 3D 06 16 03 50 18 82 20 07 60 14 54 76 01 10 10 2B 2B 2B 2B 2B
75517	0x03 - LAPD-m	FACCH Full	Down	RR (no L3 info)	01 41 01 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B

Bild 22: Ausschnitt aus einem Trace mit SAGEM OT560.

In der Meldung GA-CSR HANDOVER INFORMATION übergibt das Mobile dem Netz die z.Zt. empfangenen Sender und deren Feldstärke. Der GANC entscheidet über das Handover,

```
_____[ 1823 ]___[ 75289 ]___[ UP ]___[ GAN ]_____________

00 3f 01 53  0f 32 00 02  f8 10 24 01  13 ab 02 f8  10 24 01 ee
36 02 f8 10  24 01 5c ed  02 f8 10 24  01 13 a9 02  f8 10 24 01
ee 15 02 f8  10 24 01 7e  07 02 f8 10  24 01 33 ab  6a 07 24 1f
13 12 10 11  09 00 00

    0000000000111111  Length = 63

:Protokolldiscriminator
01  0000----  Skip Indicator
    ----0001  GA-RC and Generic Access Circuit Switched Resource

:Message type
53  01010011  GA-CSR HANDOVER INFORMATION
:GERAN Cell Identifier List
0f  00001111  GERAN Cell Identifier List
32  00110010  length=50
00  0000----  spare
    ----0000  The whole Cell Global Identification, CGI, is used to identify the cell.
:Cell 0
02  ----0010  MCC dig1=2
    0000----  MCC dig2=0
f8  ----1000  MCC dig3=8
    1111----  MNC dig3=F
10  ----0000  MNC dig1=0
    0001----  MNC dig2=1
    0010010000000001  LAC=9217
    0001001110101011  CI=5035
:Cell 1
02  ----0010  MCC dig1=2
    0000----  MCC dig2=0
f8  ----1000  MCC dig3=8
    1111----  MNC dig3=F
10  ----0000  MNC dig1=0
    0001----  MNC dig2=1
    0010010000000001  LAC=9217
    1110111000110110  CI=60982
:Cell 2
02  ----0010  MCC dig1=2
    0000----  MCC dig2=0
f8  ----1000  MCC dig3=8
```

```
    1111----  MNC dig3=F
10  ----0000  MNC dig1=0
    0001----  MNC dig2=1
    0010010000000001  LAC=9217
    0101110011101101  CI=23789
:Cell 3
02  ----0010  MCC dig1=2
    0000----  MCC dig2=0
f8  ----1000  MCC dig3=8
    1111----  MNC dig3=F
10  ----0000  MNC dig1=0
    0001----  MNC dig2=1
    0010010000000001  LAC=9217
    0001001110101001  CI=5033
:Cell 4
02  ----0010  MCC dig1=2
    0000----  MCC dig2=0
f8  ----1000  MCC dig3=8
    1111----  MNC dig3=F
10  ----0000  MNC dig1=0
    0001----  MNC dig2=1
    0010010000000001  LAC=9217
    1110111000010101  CI=60949
:Cell 5
02  ----0010  MCC dig1=2
    0000----  MCC dig2=0
f8  ----1000  MCC dig3=8
    1111----  MNC dig3=F
10  ----0000  MNC dig1=0
    0001----  MNC dig2=1
    0010010000000001  LAC=9217
    0111111000000111  CI=32263
:Cell 6
02  ----0010  MCC dig1=2
    0000----  MCC dig2=0
f8  ----1000  MCC dig3=8
    1111----  MNC dig3=F
10  ----0000  MNC dig1=0
    0001----  MNC dig2=1
    0010010000000001  LAC=9217
    0011001110101011  CI=13227

:GERAN Received Signal Level List

6a  01101010  GERANReceivedSignalLevelList
07  00000111  length=7
24  00100100  RX-Level Cell 0= 36
1f  00011111  RX-Level Cell 1= 31
13  00010011  RX-Level Cell 2= 19
12  00010010  RX-Level Cell 3= 18
10  00010000  RX-Level Cell 4= 16
11  00010001  RX-Level Cell 5= 17
09  00001001  RX-Level Cell 6= 9
```

Bild 23: Die Meldung GA-CSR HANDOVER INFORMATION

Die Pflichtelemente der obenstehenden Meldung wurden nach den Vorgaben der Dokumentation ts_144 318 V7.5.0 übersetzt. Sie entsprechen den Festlegungen für die Handover Meldung im GSM. Für die als Optional oder Conditional angegebenen Informationselemente konnten keine Entsprechungen im Rohtrace gefunden werden.☹

```
_____[ 1822 ]___[ 75391 ]___[ DOWN ]___[ GAN ]_____________

00 21 01 54  20 1d 06 2b  05 16 0e b1  7a 22 05 63  41 69 01 04
2f a7 00 00  00 00 00 91  03 05 3a a4  00 00 00 00  00


    0000000000100001  Length = 33

:Protokolldiscriminator
01  0000----  Skip Indicator
```

```
    ----0001  GA-RC and Generic Access Circuit Switched Resource

:Message type
54  01010100  GA-CSR HANDOVER COMMAND

20  00100000  Handover From GAN Command
1d  00011101  length=29
:Cell Description
06  --000---  PLMN Colour Code NCC: 0
    -----110  BS Colour code  BCC : 6
    00------  BCCH ARFCN high part: 0
2b  00101011  BCCH ARFCN low part : 43
:Channel Description 2
05  00000---  Channel type and TDMA offset = TCH/F + FACCH/F+SACCH/M
    -----101  Timslot number      : 5

16  000-----  Training sequ. code : 0
    ---1----  Hopping Channel
    ----0110  MAIO high part
0e  00------  MAIO low part
    --001110  Hopping Sequence Nr.: HSN = 14

: Handover Reference
b1  10110001  Handover refer. val.: 177

: Power Command and Access Type
7a  0-------  Sending of Handover access is mandatory
    ---11010  Power Level         : 26
```

Bild 24: Die Meldung GA-CSR HANDOVER COMMAND

Aus Bild 22 geht hervor, dass die Meldungen PHYSICAL INFORMATIOM und HANDOVER COMPLETE bereits auf dem Funkkanal übertragen werden.

Die Freigabe der GAN-Verbindung erfolg etwas später an der Zeitmarke 75484.

7.2 Umschalten von GSM zu GAN

Das Handover von GSM zu GAN erfolgt, wie Bild 25 zeigt, analog zum Handover von GAN zu GSM.

85760	0x00 - RadioRessource		Up	RR : MEASUREMENT REPORT	06 15 9A 1E 01 A2 88 AE 68 76 F2 FF E0 05 31 2E 93
85760	0x03 - LAPD-m	SACCH	Up	UI (RR : MEASUREMENT REPORT)	00 00 01 03 49 06 15 9A 1E 01 A2 88 AE 68 76 F2 FF
85847	0x03 - LAPD-m	FACCH Full	Down	I (RR : HANDOVER COMMAND)	03 64 49 06 2B 81 0E 08 02 0E 41 00 D2 63 41 7D 0E
85847	0x00 - RadioRessource		Down	RR : HANDOVER COMMAND	06 2B 81 0E 08 02 0E 41 00 D2 63 41 7D 0E 03 02 20
85847	0x03 - LAPD-m	FACCH Full	Up	RR (no L3 info)	03 61 01 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2
85847	0x07 - GAN		Up	GA-CSR : HANDOVER ACCESS	16 01 50 1A 12 06 2B 81 0E 08 02 0E 41 00 D2 63 41
85852	0x03 - LAPD-m	SACCH	Down	UI (RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 6)	03 03 03 03 2D 06 1E EE 36 02 F8 10 24 01 64 0F 2B
85852	0x00 - RadioRessource		Down	RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 6	06 1E EE 36 02 F8 10 24 01 64 0F 2B 2B 2B 2B 2B 2B
85956	0x03 - LAPD-m	SACCH	Down	UI (RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 5)	03 03 03 03 49 06 1D 9F 07 40 01 14 00 00 04 59 00 0
85956	0x00 - RadioRessource		Down	RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 5	06 1D 9F 07 40 01 14 00 00 04 59 00 08 00 00 00 60 1
86060	0x03 - LAPD-m	SACCH	Down	UI (RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 5ter)	03 03 03 03 49 06 06 70 00 00 00 00 00 00 00 20 80 22
86060	0x00 - RadioRessource		Down	RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 5ter	06 06 70 00 00 00 00 00 00 00 20 80 22 0B 23 20 21 0
86164	0x03 - LAPD-m	SACCH	Down	UI (RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 6)	03 04 03 03 2D 06 1E EE 36 02 F8 10 24 01 64 0F 2B
86164	0x00 - RadioRessource		Down	RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 6	06 1E EE 36 02 F8 10 24 01 64 0F 2B 2B 2B 2B 2B 2B
86261	0x07 - GAN		Down	GA-CSR : ACTIVATE CHANNEL	1A 01 30 1B 01 41 35 01 14 61 05 21 0A A3 E1 95 68
86268	0x07 - GAN		Up	GA-CSR : ACTIVATE CHANNEL ACK	10 01 31 68 02 10 B8 35 01 14 36 01 62 69 02 10 B9
86268	0x03 - LAPD-m	SACCH	Down	UI (RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 5)	03 03 03 03 49 06 1D 9F 07 40 01 14 00 00 04 59 00 0
86269	0x00 - RadioRessource		Down	RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 5	06 1D 9F 07 40 01 14 00 00 04 59 00 08 00 00 00 60 1
86281	0x07 - GAN		Down	GA-CSR : ACTIVATE CHANNEL COMPLETE	02 01 32
86281	0x07 - GAN		Up	GA-CSR : HANDOVER COMPLETE	02 01 51
86300	0x03 - LAPD-m	BCCH	Down	(RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 4)	4D 06 1C 02 F8 10 24 01 80 0F 79 00 00 64 51 B0 3D
86300	0x00 - RadioRessource		Down	RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 4	06 1C 02 F8 10 24 01 80 0F 79 00 00 64 51 B0 3D 72 (

Bild 25: Ausschnitt aus einem Trace mit SAGEM OT560

An der Zeitmarke 85760 meldet das Mobile dem Netz Messergebnisse, aus denen hervorgeht, dass die Empfangsfeldstärke niedrig ist. Das Netz reagiert mit der Meldung RR. HANDOVER COMMAND

```
_____[ 1385 ]___[ 85847 ]___[ UP ]___[ GAN ]_____________

00 16 01 50  1a 12 06 2b  81 0e 08 02  0e 41 00 d2  63 41 7d 0e
03 02 20 80  00 00

    0000000000010110  Length = 22

:Protokolldiscriminator
01  0000----  SkipIndicator
    ----0001  GA-RC and Generic Access Circuit Switched Resource

:Message type
50  01010000  GA-CSR HANDOVER ACCESS

1a  00011010  L3 message IE
12  00010010  length=18
06  0-------  direction from      : originating site
    -000----  TransactionID       : 0
    ----0110  Protocol Discrim.   : radio resource management messages
2b  00101011  MESSAGE TYPE        : HANDOVER COMMAND

: Cell description
81  --000---  PLMN Colour Code NCC: 0
    -----001  BS Colour code  BCC : 1
    10------  BCCH ARFCN high part: 2
0e  00001110  BCCH ARFCN low part : 14

: Channel Description 2
08  00001---  Channel type and TDMA offset = TCH/F + ACCHs
    -----000  Timslot number      : 0

02  000-----  Training sequ. code : 0
    ---000--  Single channel      : RF single channel
    ------10  Sgl RF chan.high prt: 2
0e  00001110  abs.RFchan. low part: 14

: Handover Reference
41  01000001  Handover refer. val.: 65

: Power Command and Access Type
00  0-------  Sending of Handover access is mandatory
    -00-----  spare
    ---00000  Power Level         : 0

d2  1101----  INFORMATION ELEMENT : Synchronization indication
    ----0---  Out of range timing advance is ignored _
    -----0--  Mobile Time Difference IE shall not be included in the HANDOVER COMPL. msg
    ------10  Synchron.indication : Pre-synchronized
63  01100011  Channel Mode 1
41  01000001  speech full rate or half rate version 3

7d  01111101  INFORMATION ELEMENT : Timing Advance
0e  00001110  TA=14 x 48/13 ms

03  00000011  INFORMATION ELEMENT : Multirate speech configuration
02  00000010  length = 2
20  001-----  Multirate speech version
    ---0----  NSCB
    ----0---  ICMI
    -----0--  spare
    ------00  Start mode
80  10000000  Set of AMR codec modes
```

Bild 26: Die Meldung GA-CSR HANDOVER ACCESS

In der Meldung HANDOVER ACCESS wiederholt das Mobile diesen Befehl als Bestätigung. Ein Handover bedeutet, dass der Sprachkanal umgeschaltet wird. Im GAN-Mode muss dazu ein Kanal aktivier werden.

An der Zeitmarke 86261 sendet das Netz daher die Meldung GA-CSR: ACTIVATE CHANNEL, die bereits im Bild 20 dargestellt wurde. Das Mobile antwortet mit GA-CSR: ACTIVATE CHANNEL ACK.
Das Netz schließt den Vorgang mit GA-CSR: ACTIVATE CHANNEL COMPLETE ab. Daraufhin kann das Mobile dann mit GA-CSR: HANDOVER COMPLETE antworten. Wie aus Bild 25 zu erkennen ist, besitzt die letztgenannte Meldung kein Informationselement.

7.3 Weitere Meldungen im Handoverprozess

Es ist möglich, dass sich das Mobile im GAN-Mode befindet, das Netz aber feststellt dass die GAN Verbindung nicht mehr optimal ist. Das Netz sendet daher zum Mobile die Meldung GA-CSR UPLINK QUALITY INDICATION.

```
_____[ 1294 ]___[ 117067 ]___[ DOWN ]___[ GAN ]_____________

00 05 01 52  21 01 04 00  00

    0000000000000101  Length = 5

:Protokolldiscriminator
01  0000----  SkipIndicator
    ----0001  GA-RC and Generic Access Circuit Switched Resource

:Message type
52  01010010  GA-CSR UPLINK QUALITY INDICATION

21  00100001  UL Quality Indication IE
01  00000001  length = 0
04  0000----  Spare
    ----0100  Undetermined problem
```

Bild 26: Die Meldung GA-CSR UPLINK QUALITY INDICATION

Das Informationselement UPLINK QUALITY INDICATION kann, wie nachstehend dargestellt vier Werte annehmen:

0000 Quality ok
0001 Radio problem
0010 Network problem
0100 Undetermined problem

Eine weiter Meldung, die in den, dem Verfasser zur Verfügung stehenden, Tracen nicht vorkommt ist GA-CSR HANDOVER FAILURE. Gründe dafür sind wie folgt:

```
00000000      Normal event
00000001      Abnormal release, unspecified
00000010      Abnormal release, channel unacceptable
00000011      Abnormal release, timer expired
00000100      Abnormal release, no activity on the radio path
00000101      Preemptive release
00000110      UTRAN configuration unknown
00001000      Handover impossible, timing advance out of range
00001001      Channel mode unacceptable
00001010      Frequency not implemented
00001011      Originator or talker leaving group call area
00001100      Lower layer failure
01000001      Call already cleared
01011111      Semantically incorrect message
01100000      Invalid mandatory information
01100001      Message type non-existent or not implemented
01100011      Message type not compatible with protocol state
01100100      Conditional IE error
01100101      No cell allocation available
01101111      Protocol error unspecified
```

7.4 Zusätzliche Meldungen für das Unlicensed Radio Resources management

Wenn das Mobile die GA-RC REGISTER ACCEPT Meldung empfängt (siehe Abschnitt 5.2), dann wird u.A. der Timer TU3906 angestoßen und damit der GA-CR Keep Alive Mechanismus in Gang gesetzt. Das Mobile schickt die Meldung Keep Alive zum GANC im Sinne von „Bitte nicht ausschalten“. Wenn der Timer abläuft , wird die Meldung erneut zum GANC gesendet und der Timer erneut gestartet. Erst wenn das Mobile die TCP-Verbindung abbaut, wird der Timer TU3906 angehalten.

116004	0x03 - LAPD-m	BCCH	Down	(RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 2quater)	01 06 07 C0 00 25 54 4
116004	0x00 - RadioRessource		Down	RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 2quater	06 07 C0 00 25 54 44 F
116172	0x07 - GAN		Up	GA-RC : KEEP ALIVE	02 01 74
116412	0x03 - LAPD-m	BCCH	Down	(RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 13)	01 06 00 C0 BD 02 FE
116412	0x00 - RadioRessource		Down	RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 13	06 00 C0 BD 02 FE 01
117067	0x07 - GAN		Down	GA-CSR : UPLINK QUALITY INDICATION	05 01 52 21 01 04
117067	0x07 - GAN		Up	GA-CSR : HANDOVER INFORMATION	2F 01 53 0F 24 00 02 F
117163	0x07 - GAN		Down	GA-CSR : HANDOVER COMMAND	1F 01 54 20 1B 06 2B (
117185	0x03 - LAPD-m	SDCCH	Down	UI (RR : PHYSICAL INFORMATION)	03 03 0D 06 2D 03 2B :
117185	0x00 - RadioRessource		Up	RR : HANDOVER COMPLETE	06 2C 00

Bild 27: Ausschnitt aus einem Trace mit SAGEM OT560 mit Meldung KEEP ALIVE

Aus Bild 27 erkennt man, dass GA-RC KEEP ALIVE kein Informationselemt enthält.

In Table 10.1.1 der Recommendation „3GPP TS 44.318 version 7.5.0 Release 7 findet man außerdem die im Folgenden aufgeführten Meldungen.

GA-CSR PAGING REQUEST und GA-CSR PAGING RESPONSE

Beide wurden in den zur Verfügung stehenden Tracen nicht gefunden. Die Paging-Informationen wurden hier über den Funkkanal abgewickelt. Für den Fall, dass das Mobile nur über unzureichenden Funkkontakt verfügt, muss das Paging aber über den GANC erfolgen. Das Gleiche gilt für das Erfragen der technischen Eigenschaften des Mobiles durch das Netz

GA-CSR CLASSMARK ENQUIRY und GA-CSR CLASSMARK CHANGE

Wenn das Mobile ein unerwartetes oder falsches Informationselement diagnostiziert, wird die Meldung ignoriert und die Meldung GA-CSR STATUS gesendet

Wenn das Mobile nicht in der Lage ist gleichzeitig CS und PS Dienste abzuwickeln dann muss beim Übergang des Mobile in den dedicated Mode die Datenübertragung durch die Meldung GA-CSR GPRS SUSPENSION REQUEST angehalten werden.

Nach der erfolgreichen Wiederherstellung einer TCP-Verbindung sendet das Mobile die Meldung GA-RC SYNCHRONIZATION INFORMATION zum GANC

Eine GA-RC CELL BROADCAST INFO kann auf Anforderung vom GANC zum Mobile gesendet werden.

8. Elementare Prozeduren für die Packet Switched (PS) Domäne

Im Abschnitt 10.2 der Recommendation 3GPP TS 44.318 version 7.5.0 Release 7 Sind die in Bild 28 Aufgeführten Meldungen definiert.

GA-PSR TC Management messages:	**Reference**	**Transport Layer used**
GA-PSR-ACTIVATE-UTC-REQ	10.2.1	TCP
GA-PSR-ACTIVATE-UTC-ACK	10.2.2	TCP
GA-PSR-DEACTIVATE-UTC-REQ	10.2.3	TCP
GA-PSR-DEACTIVATE-UTC-ACK	10.2.4	TCP
GPRS Tunnelling messages:	**Reference**	
GA-PSR-DATA	10.2.5	TCP
GA-PSR-UNITDATA	10.2.6	UDP
GAN Specific Signalling messages:	**Reference**	
GA-PSR-PS-PAGE	10.2.7	TCP
GA-PSR-DFC-REQ	10.2.9	UDP
GA-PSR-UFC-REQ	10.2.8	UDP
GA-PSR-STATUS	10.2.10	TCP
GA-PSR HANDOVER COMPLETE	10.2.11	TCP
GA-PSR UPLINK QUALITY INDICATION	10.2.12	TCP
GA-PSR HANDOVER INFORMATION	10.2.13	TCP
GA-PSR HANDOVER COMMAND	10.2.14	TCP
GA-PSR HANDOVER CONTINUE	10.2.15	TCP
GA-PSR HANDOVER FAILURE	10.2.16	TCP

Bild 28: Table 10.2.1: Messages for Generic Access Radio Link Control management

In den, dem Autor zur Verfügung stehenden Traces sind weder Transport Channel (TC) Meldungen, noch GAN Specific Signalling Messages enthalten. Von den GPRS Tunnelling messages sind nur die in Bild 28 rot eingezeichnetem GA-PSR-DATA Messages mit einer Struktur entsprechend der Vorschrift enthalten. Für die GA-PSR-UNITDATA hat der Operator Orange die Struktur geändert.

Wie im Folgenden gezeigt wird, werden die Steuerungsaufgaben durch eine Mischung von GA-RC, GA-CSR und GA-PSR gelöst.

Nachstehend ist ein Trace, aufgezeichnet mit einem Trace-Mobile SAGEM OT560, dargestellt der in der genannten Abfolge von GA-RC, GA-CSR und GA-PSR Meldungen enthält.

96901	0x00 - RadioRessource		Down	RR : PAGING REQUEST TYPE 1	06 21 00 01 00 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2
96933	0x07 - GAN		Up	GA-RC : REGISTER REQUEST	4B 01 10 01 08 29 80 10 09 00 04 28
96943	0x07 - GAN		Down	GA-RC : REGISTER ACCEPT	33 01 11 04 02 DA 72 05 05 02 F8 10
96946	0x07 - GAN		Up	GA-CSR : REQUEST	05 01 80 32 01 00
96954	0x07 - GAN		Down	GA-CSR : REQUEST ACCEPT	02 01 81
96954	0x07 - GAN		Up	GA-CSR : UPLINK DIRECT TRANSFER	16 01 70 1A 0F 05 08 00 02 F8 10 24
96972	0x07 - GAN		Down	GA-CSR : DOWNLINK DIRECT TRANSFER	07 01 72 1A 03 05 18 01
96972	0x07 - GAN		Up	GA-CSR : UPLINK DIRECT TRANSFER	12 01 70 1A 0B 05 59 08 29 80 10 09
97029	0x07 - GAN		Down	GA-CSR : DOWNLINK DIRECT TRANSFER	29 01 72 1A 25 05 12 00 81 1D 74 FC
97044	0x07 - GAN		Up	GA-CSR : UPLINK DIRECT TRANSFER	0D 01 70 1A 06 05 94 7C 8E C2 3F 3
97056	0x07 - GAN		Down	GA-CSR : CIPHERING MODE COMMAND	1A 01 20 1E 01 01 2D 01 00 2E 10 A
97056	0x07 - GAN		Up	GA-CSR : CIPHERING MODE COMPLETE	10 01 21 2F 0C 79 18 30 89 D3 E6 B2
97069	0x07 - GAN		Down	GA-CSR : DOWNLINK DIRECT TRANSFER	11 01 72 1A 0D 05 1A 02 F8 10 75 03
97069	0x07 - GAN		Up	GA-CSR : UPLINK DIRECT TRANSFER	09 01 70 1A 02 05 DB 31 01 00
97143	0x07 - GAN		Down	GA-CSR : DOWNLINK DIRECT TRANSFER	0B 01 72 1A 07 05 02 02 F8 10 75 03
97144	0x07 - GAN		Down	GA-CSR : RELEASE	05 01 40 1D 01 00
97145	0x07 - GAN		Up	GA-CSR : RELEASE COMPLETE	02 01 41
97146	0x02 - NAS		Up	GMM :ROUTING AREA UPDATE REQUEST	08 08 10 02 F8 10 24 01 01 0F 15 D3
97146	0x06 - LLC		Up	LLC control frame	01 C0 09 08 08 10 02 F8 10 24 01 01
97146	0x07 - GAN		Up		3B 02 01 8E 9D AA 02 26 03 02 80 2
97276	0x07 - GAN		Down		17 02 01 8E 9D AA 02 23 01 00 39 0
97276	0x06 - LLC		Down	LLC control frame	41 FB 30 84 10 53 E5 3F C6
97276	0x06 - LLC		Up	LLC control frame	41 FB
97276	0x07 - GAN		Up		12 02 01 8E 9D AA 02 26 03 02 80 2
97407	0x07 - GAN		Down		39 02 01 8E 9D AA 02 23 01 00 39 2
97408	0x06 - LLC		Down	LLC control frame	41 C0 01 08 12 12 10 21 B3 BF 7B C
97408	0x02 - NAS		Down	GMM :AUTHENT. AND CIPHERING REQ	08 12 12 10 21 B3 BF 7B CF 05 8A 0
97422	0x02 - NAS		Up	GMM :AUTHENT. AND CIPHERING RESP	08 13 01 22 B2 A2 FB FD 23 09 33 1
97422	0x06 - LLC		Up	LLC control frame	01 C0 01 08 13 01 22 B2 A2 FB FD 2
97422	0x07 - GAN		Up		26 02 01 8E 9D AA 02 26 03 02 80 2
97435	0x07 - GAN		Down		16 02 01 8E 9D AA 02 23 01 00 39 0
97435	0x06 - LLC		Down	LLC control frame	41 FB 84 10 30 53 7C 89
97435	0x06 - LLC		Up	LLC control frame	41 FB
97435	0x07 - GAN		Up		12 02 01 8E 9D AA 02 26 03 02 80 2
97543	0x07 - GAN		Down		28 02 01 8E 9D AA 02 23 01 00 39 1
97543	0x06 - LLC		Down	LLC control frame	41 C0 07 08 09 00 5E 02 F8 10 75 03
97543	0x02 - NAS		Down	GMM :ROUTING AREA UPDATE ACCEPT	08 09 00 5E 02 F8 10 75 03 01 19 4A
97543	0x02 - NAS		Up	GMM :ROUTING AREA UPDATE COMPLETE	08 0A
97543	0x06 - LLC		Up	LLC control frame	01 C0 07 08 0A
97543	0x07 - GAN		Up		15 02 01 C9 1A AA 18 26 03 02 80 2
97557	0x07 - GAN		Down		31 02 01 C9 1A AA 18 23 01 00 39 2
97557	0x06 - LLC		Down	LLC control frame	41 C0 0B 08 21 43 08 80 4F 79 D8 7
97557	0x02 - NAS		Down	GMM :GMM INFORMATION	08 21 43 08 80 4F 79 D8 7D 2E 83 8

Bild 29: Ausschnitt aus einem Trace mit SAGEM OT560 mit GA-PSR Meldungen

Da Bild 29 die Namen einer Reihe von Meldungen nicht explizit enthält, ist zur Erklärung Bild 30 beigefügt.

96901	Down	RR: PAGING REQUEST TYPE 1	
96933	Up	GA-RC : REGISTER REQUEST	
96943	Down	GA-RC : REGISTER ACCEPT	
96946	UP	GA-CSR : REQUEST	
96946	Down	GA-CSR : REQUEST ACCEPT	
96954	Up	GA-CSR : UPLINK DIRECT TRANSFER	(LOCATION UPDATING REQUEST)
96972	Down	GA-CSR : DOWNLINK DIRECT TRANSFER	(IDENTITY REQUEST)
96972	UP	GA-CSR : UPLINK DIRECT TRANSFER	(IDENTITY RESPONSE)
97029	Down	GA-CSR : DOWNLINK DIRECT TRANSFER	(AUTHENTICATION REQUEST)
97044	UP	GA-CSR : UPLINK DIRECT TRANSFER	(AUTHENTICATION RESPONSE)
97056	Down	GA-CSR : CIPHERING MODE COMMAND	
97056	UP	GA-CSR : CIPHERING MODE COMPLETE	
97069	Down	GA-CSR : DOWNLINK DIRECT TRANSFER	(TMSI REALLOCATION COMMAND)
97069	UP	GA-CSR : UPLINK DIRECT TRANSFER	(TMSI REALLOCATION COMPLETE)
97143	Down	GA-CSR : DOWNLINK DIRECT TRANSFER	(LOCATION UPDATING ACCEPT)
97144	Down	GA-CSR : RELEASE	
97145	UP	GA-CSR : RELEASE COMPLETE	

97146	UP	NAS	ROUTING AREA UPDATE REQUEST	(NAS-Message)
97146	UP	LLC:	ROUTING AREA UPDATE REQUEST	(LLC-Control-Frame)
97146	UP	GAN:	ROUTING AREA UPDATE REQUEST	(GA-PSR-DATA)
97276	Down	GAN:	XID	(GA-PSR-DATA)
97276	Down	LLC:	XID	(LLC-Control-Frame)
97276	UP	LLC	XID	(LLC-Control-Frame)
97276	UP	GAN	XID	(GA-PSR-DATA)
97407	Down	GAN	AUTHENTICATION AND CIPHERING REQUEST	(GA-PSR-DATA)
97408	Down	LLC	AUTHENTICATION AND CIPHERING REQUEST	(LLC-Control-Frame)
97408	Down	NAS	AUTHENTICATION AND CIPHERING REQUEST	(NAS-Message)
97422	UP	NAS	AUTHENTICATION AND CIPHERING RESPONSE	(NAS-Message)
97422	UP	LLC	AUTHENTICATION AND CIPHERING RESPONSE	(LLC-Control-Frame)
97422	UP	GAN	AUTHENTICATION AND CIPHERING RESPONSE	(GA-PSR-DATA)
97435	Down	GAN:	XID	(GA-PSR-DATA)
97435	Down	LLC:	XID	(LLC-Control-Frame)
97435	UP	LLC	XID	(LLC-Control-Frame)
97435	UP	GAN	XID	(GA-PSR-DATA)
97543	Down	GAN	ROUTING AREA UPDATE ACCEPT	(GA-PSR-DATA)
97543	Down	LLC	ROUTING AREA UPDATE ACCEPT	(LLC-Control-Frame)
97543	Down	NAS	ROUTING AREA UPDATE ACCEPT	(NAS-Message)
97543	UP	NAS	ROUTING AREA UPDATE COMPLETE	(NAS-Message)
97543	UP	LLC	ROUTING AREA UPDATE COMPLETE	(LLC-Control-Frame)
97543	UP	GAN	ROUTING AREA UPDATE COMPLETE	(GAPSR-DATA)
97557	Down	GAN	GMM INFORMATION	(GAPSR-DATA)
97557	Down	LLC	GMM INFORMATION	(LLC-Control-Frame)
97557	Down	NAS	GMM INFORMATION	(NAS-Message)

Bild 30: Namen der Meldungen des in Bild 28 dargestellten Traceauschnittes

Der Leser der Lektion IP-GPRS-EDGE [C0], weiß, dass die Datenübertragung über die Funkstrecke mit Hilfe des RLC-Protokolls erfolgt. Die IP-Pakete werden mit dem SNDC-Protokoll konvertiert und an LLC- Rahmen übergeben. Der Inhalt der LLC-Rahmen wird mittel RLC-Protokoll segmentiert über die Funkstrecke übertragen.

Bei der Übertragung über das Wireless LAN müssen die Pakete nicht zerlegt werden. Wie aus den Bildern 29 und 30 zu erkennen ist, wird eine NAS-Message an den LLC-Rahmen übergeben und dieser mit einer GA-PSR-DATA-Message über das Internet transportiert.
Die Art wie das bewerkstelligt wird, ist in den Bildern 31 bis 33 dargestellt.

```
_____[ 28 ]___[ 97422 ]___[ UP ]___[ NAS ]_____________

08 13 01 22  b2 a2 fb fd  23 09 33 15  77 02 81 12  96 02 f1

08  0-------  direction from      : originating site
    -000----  TransactionID       : 0
    ----1000  Protocol Discrim.   : GPRS mobility management messages

13  00010011  MESSAGE TYPE        : AUTHENTICATION AND CIPHERING RESPONSE

01  0000----  spare half octet
    ----0001  A&C reference number value = 1

: Authentication parameter SRES

22  00100010  INFORMATION ELEMENT : Authentication parameter SRES
b2  10110010  SRES value octet 2
a2  10100010  SRES value octet 3
fb  11111011  SRES value octet 4
fd  11111101  SRES value octet 5

23  00100011  INFORMATION ELEMENT : Mobile Identity
```

```
09  00001001  length of Mob. ident.: 9
33  0011----  Identity Digit 1     : 147
    ----0---  No. of ID digits     : even
    -----011  Type of identity     : IMEISV
15  0001----  Identity Digit 2     : 1
    ----0101  Identity Digit 3     : 5
77  0111----  Identity Digit 4     : 7
    ----0111  Identity Digit 5     : 7
02  0000----  Identity Digit 6     : 0
    ----0010  Identity Digit 7     : 2
81  1000----  Identity Digit 8     : 8
    ----0001  Identity Digit 9     : 1
12  0001----  Identity Digit 10    : 1
    ----0010  Identity Digit 11    : 2
96  1001----  Identity Digit 12    : 9
    ----0110  Identity Digit 13    : 6
02  0000----  Identity Digit 14    : 0
    ----0010  Identity Digit 15    : 2
f1  1111----  Identity Digit 16    : 15
    ----0001  Identity Digit 17    : 1
```

Bild 31: NAS Message AUTHENTICATION AND CIPHERING RESPONSE

Die NAS-Meldung AUTHENTICATION AND CIPHERING RESPONSE (Bild 31), wird in einen LLC-Rahmen eingefügt (Bild 32).

```
_____[ 27 ]___[ 97422 ]___[ UP ]___[ LLC ]_____________

01 c0 01 08  13 01 22 b2  a2 fb fd 23  09 33 15 77  02 81 12 96
02 f1 03 42  a7 e8

01  0-------  LLC Frame
    -0------  Response/SGSN or Command/Mobile
    --00----  spare
    ----0001  SAPI GPRS Mobility Management
c0  110-----  LLC-UIformat
    ---00---  Spare
    -----000  Transmitter unconfirmed Sequenz number high N(U) = 0
01  000000--  Transmitter unconfirmed Sequenz number low N(U) = 0
    ------0-  Encryption funktion bit
    -------1  Protected Mode Bit

: GMM Command

08  0-------  direction from      : originating site
    -000----  TransactionID       : 0
    ----1000  Protocol Discrim.   : GPRS mobility management messages

13  00010011  MESSAGE TYPE        : AUTHENTICATION AND CIPHERING RESPONSE

01  0000----  spare half octet
    ----0001  A&C reference number value = 1

: Authentication parameter SRES

22  00100010  INFORMATION ELEMENT : Authentication parameter SRES

b2  10110010  SRES value octet 2
a2  10100010  SRES value octet 3
fb  11111011  SRES value octet 4
fd  11111101  SRES value octet 5

23  00100011  INFORMATION ELEMENT : Mobile Identity

09  00001001  length of Mob. ident.: 9
33  0011----  Identity Digit 1     : 147
    ----0---  No. of ID digits     : even
    -----011  Type of identity     : IMEISV
15  0001----  Identity Digit 2     : 1
    ----0101  Identity Digit 3     : 5
77  0111----  Identity Digit 4     : 7
    ----0111  Identity Digit 5     : 7
02  0000----  Identity Digit 6     : 0
```

```
    ----0010  Identity Digit 7     : 2
81  1000----  Identity Digit 8     : 8
    ----0001  Identity Digit 9     : 1
12  0001----  Identity Digit 10    : 1
    ----0010  Identity Digit 11    : 2
96  1001----  Identity Digit 12    : 9
    ----0110  Identity Digit 13    : 6
02  0000----  Identity Digit 14    : 0
    ----0010  Identity Digit 15    : 2
f1  1111----  Identity Digit 16    : 15
    ----0001  Identity Digit 17    : 1
```

Bild 32: LLC Message AUTHENTICATION AND CIPHERING RESPONSE

Der LLC-Rahmen schließlich wird, in einer GA-PSR-Data Message, über das Internet übertragen.(Bild 33)

```
_____[ 26 ]___[ 97422 ]___[ UP ]___[ GAN ]_____________

00 26 02 01  8e 9d aa 02  26 03 02 80  20 39 19 01  c0 01 08 13
01 22 b2 a2  fb fd 23 09  33 15 77 02  81 12 96 02  f1 42 a7 e8
00 00

    0000000000100110  Length = 38

:Protokolldiscriminator
02  0000----  SkipIndicator
    ----0010  Generic Access Packet Switched Resource
:MESSAGE TYPE
01  00000001  GA-PSR-DATA

8e  10001110  TLLI
9d  10011101  TLLI
aa  10101010  TLLI
02  00000010  TLLI

26  00100110  Requested QoS
03  00000011  length=3
02  0-------  spare
    -0------  RLC-Mode
    --00----  Radio Priority
    ----0010  Peak_Throughput_Class
80  10000000  data
20  00100000  data

39  00111001  LLC-PDU
19  00011001  length = 25

01  0-------  LLC Frame
    -0------  Response/SGSN or Command/Mobile
    --00----  spare
    ----0001  SAPI GPRS Mobility Management
c0  110-----  LLC-UIformat
    ---00---  Spare
    -----000  Transmitter unconfirmed Sequenz number high N(U) = 0
01  000000--  Transmitter unconfirmed Sequenz number low N(U) = 0
    ------0-  Encryption funktion bit
    -------1  Protected Mode Bit

: GMM Command

08  0-------  direction from      : originating site
    -000----  TransactionID       : 0
    ----1000  Protocol Discrim.   : GPRS mobility management messages

13  00010011  MESSAGE TYPE        : AUTHENTICATION AND CIPHERING RESPONSE

01  0000----  spare half octet
    ----0001  A&C reference number value = 1

: Authentication parameter SRES

22  00100010  INFORMATION ELEMENT : Authentication parameter SRES
```

```
b2  10110010  SRES value octet 2
a2  10100010  SRES value octet 3
fb  11111011  SRES value octet 4
fd  11111101  SRES value octet 5

23  00100011  INFORMATION ELEMENT : Mobile Identity

09  00001001  length of Mob. ident.: 9
33  0011----  Identity Digit 1     : 147
    ----0---  No. of ID digits     : even
    -----011  Type of identity     : IMEISV
15  0001----  Identity Digit 2     : 1
    ----0101  Identity Digit 3     : 5
77  0111----  Identity Digit 4     : 7
    ----0111  Identity Digit 5     : 7
02  0000----  Identity Digit 6     : 0
    ----0010  Identity Digit 7     : 2
81  1000----  Identity Digit 8     : 8
    ----0001  Identity Digit 9     : 1
12  0001----  Identity Digit 10    : 1
    ----0010  Identity Digit 11    : 2
96  1001----  Identity Digit 12    : 9
    ----0110  Identity Digit 13    : 6
02  0000----  Identity Digit 14    : 0
    ----0010  Identity Digit 15    : 2
f1  1111----  Identity Digit 16    : 15
    ----0001  Identity Digit 17    : 1

42  01000010  Packet Flow ISD
a7  10100111  Packet Flow ISD

e8  1-------  Other Frame
    -1------  Command/SGSN or Response/Mobile
    --10----  spare
```

Bild 33: GAN-PSR-DATA Rahmen mit eingebetteter LLC Message AUTHENTICATION AND CIPHERING RESPONSE

Der beschriebene Mechanismus ist noch einmal graphisch in Bild 34 dargestellt . Es wird die Verwandtschaft der Übertragungsmethoden im GPRS, EDGE und GAN offensichtlich

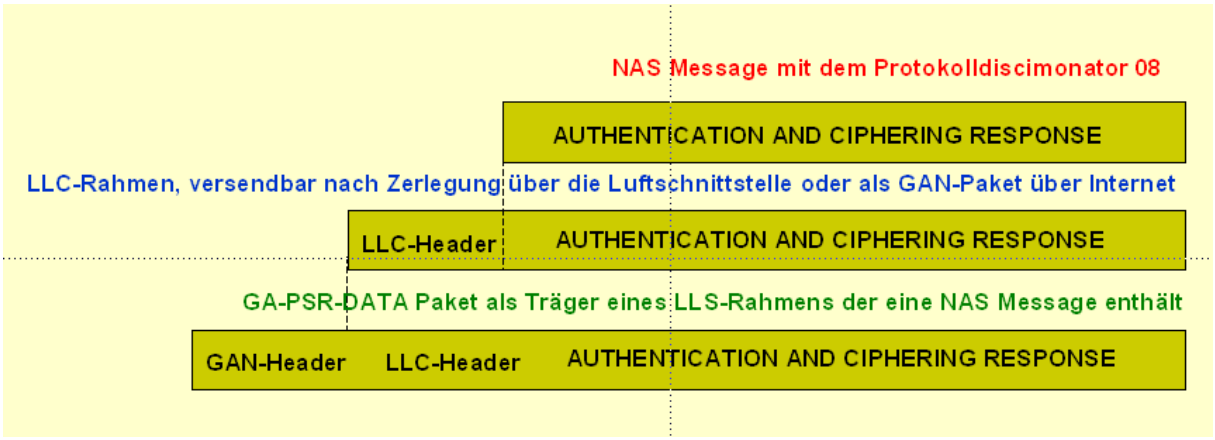


Bild 34: Methode der Schachtelung von Informationen im GAN-Service

Von den im Bild 28 verzeichneten Meldungen stehen weiter keine als Beispiel zur Verfügung. Der Mechanismus der Datenübertragung ist der in Bild 34 beschriebene. Wie aus dem Traceausschnitt Bild 35 zur Verfügung steht sind die GA-PSR Meldungen vom Operator Orange modifiziert worden und lassen sich nicht mit den in der Recommendation ts_144318v070500p festgelegten Regeln übersetzen.

67976	0x07 - GAN		Down	GA-PSR :***	02 C9 F9 AA 2F 03 74 39 82 4E 45 C5 CF 7
67976	0x06 - LLC		Down	LLC control frame	45 C5 CF 35 11 AD 8A 6D 86 CB B8 EB 2F
67977	0x07 - GAN		Down	GA-PSR :***	02 C9 F9 AA 2F 03 75 39 81 5C 45 C5 D3 0
67977	0x06 - LLC		Down	LLC control frame	45 C5 D3 25 21 AD CE 0C B2 DA 65 90 F2
67978	0x06 - LLC		Up	LLC control frame	05 C6 D3 65 00 00 8C 45 00 00 28 66 8E 40
67978	0x07 - GAN		Up	GA-PSR :***	02 C9 F9 AA 2F 01 B5 26 03 01 40 32 39 32

Bild 35: Datenübertragungssequenz aus einem mit dem SAGEM OT560 aufgezeichneten Trace.

Auf dem GSM World Congress im Februar 2009 in Barcelona beabsichtigt SAGEM das Trace-Mobile OT8xx vorzustellen. Dieses Gerät soll u.a. die Aufzeichnung von WiFi Traces gestatten. Es wird angenommen, dass es reine UMA/GAN Meldungen dekodieren kann, im Gegensatz zum OT560, das, wie wir gesehen haben einige proprietäre Züge enthält.

9. Welche UMA/GAN Dienste stehen in deutschen Mobilfunknetzen zur Verfügung

9.1 UMA/GAN Ansatz beim Operator Vodafone

Es wäre wünschenswert den beschriebenen Dienst in Deutschland in Anspruch nehmen zu können.

Aus nebenstehender Darstellung geht hervor, dass der deutsche Operator T-mobile nur in den USA diesen Dienst anbietet in Deutschland leider nicht.
Der hier nicht verzeichnete Operator Vodafone bietet allerdings einen Dienst mit Namen *Vodafone IP Phone Pro* an. Um ihn zu nutzen, muss man *Vodafone Zuhause* beauftragen, Man lädt sich diesen Clienten auf den PC und besitzt dann eine *UMA-enabled-Softmobile*. Es bleibt zu wünschen, dass Vodafone bald die nächsten Schritte folgen lässt.

Bild 36: Operatoren und Länder in denen der Dienst UMA/GAN zur Verfügung steht

9.2 Der Versuch der Fa. etelon

Die Fa. *etelon* hatte im Jahr 2007 den Dienst *wifon* propagiert. Da *wifon* Ähnlichkeit mit UMA versprach, hatte sich der Autor zur Teilnahme entschlossen und als Zubehör eine FRITZ!Box Fon WLAN 7170 und ein Nokia E65 erhalten. Es war zunächst möglich, das Nokia E65 für Sipgate zu programmieren und Gespräche über WLAN und Sipgate zu führen.

Anfang 2008 wurde von *etelon* ein Modul geliefert, (powered by M5T) das ebenfalls die Kommunikation per VoIP über die Fritzbox ermöglicht, zusätzlich jedoch, wenn die Umgebung der Box verlassen wird (die WiFi-Feldstärke zu klein ist), auf die Mobilfunkverbindung umschalten soll.
Ein Gespräch mit dem Entwickler ergab, dass das Modul nicht gemäß UMA-Recommendation programmiert ist und auch nicht vorgesehen ist, dass das Gespräch über Mobilfunk rückwärts in der Nähe von WiFon (der FritzBox) auf VoIP umschaltet.

9.3 Einbeziehung von UMTS

Der Chiphersteller ST-NXP Wireless, eine Firma, die über 120 Millionen EDGE Chip-Sets hergestellt hat, kündigte einen neuen UMA Chip-Set an . Dieser 7210 genannte Chip-Set vereinigt die 3G-Fähigkeit mit der Unterstützung von Unlicensed Mobile Access.
Den Nutzern eines damit ausgerüsteten Mobiles ist es erlaubt, im Internet große Datenmengen zu bewegen und gleichzeitig zwischen WiFi und Funkverbindung umzuschalten.

10. Literatur

A) ISDN

[A0] www2.informatik.hu-berlin.de/~goeller, DerISDNDKANAL

[A1] Göller, J.: Der ISDN-D-Kanal im Dialog. 2. überarbeitete Auflage, 1999, Duderstadt, EPV- Verlag, inkl. CD mit Tracetool ISDNView, ISBN 3-924544-80-8
Englische Ausgabe:
ISDN-D-Channel in DialoqueEPV-Best.-Nr.: NA442
Türkische Ausgabe
Karsilikli Konusmalarla ISDN D-Kanali, Herausgegeben von Fa. Onsoft, Berlin

[A2] Göller, J.: ISDNprof-CBT, Der ISDN-D-Kanal transparent Vollversion-I, CD-ROM mit Tracetool ISDNView, Duderstadt, EPV-Verlag, ISBN 3-924544-87-5

[A3] Göller, J.: ISDNprof-USB, Der ISDN-D-Kanal transparent Vollversion-II, mit Messkopf W@tchUSB der Fa. Onsoft, CD-ROM mit Tracetool ISDNView, Duderstadt, EPV-Verlag

[A4] Siegmund, G.: Grundlagen der Vermittlungstechnik .2. überarbeitete Auflage. Heidelberg,
R.v. Decker's Verlag, 1993

[A5] Kanbach, A. und Körber, A.: ISDN - Die Technik. 2. überarbeitete Auflage. Heidelberg, Hüthig Verlag, 1991

[A6] Gora, W.: ASN.1, Abstract Syntax Notation One. 3., aktualisierte Auflage. Bergheim, Datacom – Verlag, 1992

[A7] Steedmann, Douglas.: ASN,1, The Tutorial & Reference, Reprinted with corrections1993, TECHNOLOGY APPRAISALS UK. ISBN 1 871802 06 7

B) GSM

[B0] www2.informatik.hu-berlin.de/~goeller, DieGSMDmKanäle

[B1] Michel MOULY und Marie-Bernadette PAUTET: The GSM System for Mobile Communication, , Verlag CELL &SYS, ISBN 2-9507190-0-7

C) IP,GPRS und EDGE

[C0] www2.informatik.hu-berlin.de/~goeller, IP-GPRS-EDGE

D) Voice over IP

[D1] Göller, J: Voice over IP transparent, Telefonieren über das Internet. CD-ROM mit Experimentalvortrag und Übungen, Duderstadt, EPV-Verlag, ISBN 978-3-936318-66-1

[D2] Ted Wallingford, Switching to VoIP, Published by O' Reilly Media, Inc, ISBN-10: 0-596-00868-6, ISBN-13: 978-0-596-00868-0