

Die Anwendung des Internetprotokolls in GPRS und EDGE

1. Ein kurzer Überblick über die Netzwerktechnik

1.1 Die Erfindung des Paketdatennetzes

Wie bekannt, werden bei leitungsvermittelten Fernmeldeverbindungen (z.B. beim ISDN oder GSM) die Informationen als ein Strom von Zeichen übertragen. Bei Unterbrechung der Verbindung ist der Informationsfluss unterbrochen (die Daten sind verloren) und die Verbindung muss neu aufgebaut werden.

Im Jahre 1960 (in der hohen Zeit des Kalten Krieges) entwickelte *Paul Baran* bei der *RAND-Corporation* das Prinzip eines paketvermittelten digitalen Netzwerkes das strategisch unverwundbar sein sollte, eine Gitternetzstruktur besaß und in dem die Informationen segmentiert (in Pakete zerlegt) übertragen wurden. Die (relative) Unverwundbarkeit besteht darin, dass beim Ausfall einer Masche des Netzes, die Datenpakete einfach umgeleitet, d.h. über einen, noch intakten Weg zum Ziel geführt werden.

Sein englischer Kollege *Donald Watts Davies* von den *National Physikal Laboratories* in London veröffentlichte 1965 die Idee, Nachrichten in Datenpakete (in der Länge einer Textzeile) zu zerlegen. Er erfand den Begriff *Paket* und *Paket-Vermittlung* und ging davon aus, dass Pakete aus unterschiedlichen Informationsquellen im Timesharing übertragen werden. Die Pakete „tragen“ dazu Adresse und Absender, so dass sie sowohl ordnungsgemäß vermittelt, als auch beim Empfänger wieder richtig zusammengesetzt werden können.

Der Paketnetzgedanke wurde als erstes im ARPANET verwirklicht. Dort stammten die Pakete aus den unterschiedlichen Maschinen eines Computernetzwerkes (auch Hosts genannt) und wurden in sog. *Interface message processoren* (IMP's deren Entwicklungsbeginn auf 1968 datiert wird) vermittelt, besser gesagt geroutet. Die IMP's (d.h. die Router) befanden sich dabei in Netznoten, in denen die Nachrichtenverbindungen aus unterschiedlichen Richtungen zusammenliefen. Routen heißt dabei, auf die Zieladresse eines Paketes schauen und aus einer Liste die Nachrichtenverbindung (Leitung) aussuchen, auf der das Paket am schnellsten (effektivsten) zum Ziel befördert werden kann. Ende 1969 stand das ARPANET mit seinen ersten vier Netznoten (Paketvermittlungen).

Es waren auch Regeln notwendig, nach denen geprüft wird, ob alle Pakete angekommen sind, oder ob die Pakete fehlerfrei sind.

D.h. es mussten Protokolle ausgearbeitet werden, die die Kommunikation zwischen Quelle und Senke von Paketen regeln.

Das war aber nicht nur für das ARPANET erforderlich. So musste in den Jahren 1973/74 die Frage gelöst werden, wie man verschiedene Netze (z.B. das ARPANET und das *Paket Radio Netz*) zusammenschalten kann.

Dazu war erforderlich zunächst ein leistungsfähiges Protokoll für die Verbindung von Netzwerken zu schaffen. Es war das *Transmission Control Protocol* (ein Vorläufer des heutigen TCP). Beim *Transmission Control Protocol* müssen die sendenden und die empfangenden Stationen die Zuverlässigkeit (Fehlerfreiheit) der Pakete bewerkstelligen.

Zwischen den Netzen befanden sich sogenannte Gateways (Netzkoppler).

Ein Gateway stellt sich dem jeweiligen Netz wie ein gewöhnlicher Host (Teilnehmer am Netz) dar, dem man alle die Pakete schickt, die in das andere Netzwerk übertragen werden sollen. Man arbeitet dabei sozusagen mit einem doppelten Briefumschlag. Der äußere Briefumschlag trägt die Adresse des Gateways, wobei sich im Inneren ein zweiter Umschlag befindet, der die Nachricht enthält und der mit der Adresse des Zielrechners im anderen Netz beschriftet ist.

Zur Vereinheitlichung der Adressierung wurden 1978 die Aufgaben der Wegsuche im Netz und die der Datensicherung getrennt. Es wurde das Protokoll TCP/IP eingeführt, wobei IP - das *Internetprotokoll* - die weltweit einheitlichen Rechneradressen von Sender und Empfänger beinhaltet und TCP für die Sicherung des Nachrichteninhaltes verantwortlich ist.

Zur näheren Erklärung des Paketbegriffs, der uns im GPRS und EDGE beschäftigen wird, soll zunächst noch auf die Lokalen Netze, die Rolle von TCP/IP und Gateways eingegangen werden.

1.2 Das Ethernet

In der historischen Entwicklung waren die bis 1973 existierenden Netze im Prinzip Fernnetze, die Rechner an unterschiedlichen Standorten verbanden. Eines der Netze war das Funknetz der Universität von Hawaii, das sog. ALO-HA-System. In diesem Netz wurden von einem Sender auf einer bestimmten Frequenz mit einer Adresse versehene Datenpakete in den Äther geschickt. Alle Empfänger lauschten auf dieser Frequenz. Der jeweils adressierte Empfänger entnahm die Nachricht und quittierte sie.

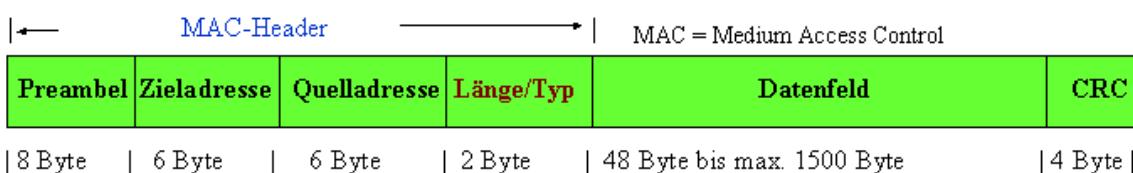
Wenn keine Quittung beim Sender ankam, musste dieser annehmen, dass die Nachricht gestört wurde, worauf die Sendung wiederholt wurde.

Für die Kanalanforderung im Mobilfunk wurde das Prinzip später verfeinert, wie bei der Besprechung des CHANNEL REQUEST im Mobilfunk im Lehrbrief „Die GSM-Dm-Kanäle“ beschrieben wurde.

Bob Metcalfe, der im XEROX-PARC (Paolo Alto Research Center) arbeitete, verbesserte die theoretischen Grundlagen des ALOHA-Systems und, was das wichtigste ist, er übertrug das Prinzip auf ein lokales Netz, das er *ETHERNET* (Äthernetz) nannte.

Die Rechner sind dabei in bestimmten Abständen an ein maximal 500m langes Koaxialkabel angeschlossen. Die kommunikationswilligen Rechner senden ihre Pakete, nachdem sie sich durch Hineinhören in das Netz überzeugt haben, dass das Medium frei ist. Kommt es trotzdem zu einer Kollision, so wird diese durch einen speziellen Mechanismus entdeckt und die Sendung wird wiederholt. Im Jahre 1976 stellte XEROX das ETHERNET der Öffentlichkeit vor.

Im ETHERNET wird eine zu übertragende Nachricht in Abschnitte (Pakete) zerlegt, die beim Transport über das Ethernet bis 1500 Byte lang sein dürfen. Die Pakete werden in einen Rahmen eingefügt, der Ziel und Absender eines Paketes und Informationen zu dessen Sicherung enthält. Der Aufbau eines Paketes ist in Bild 1 dargestellt:



ETHERNET_802.3, Länge des Datenfeldes; **ETHERNET_II**, Typ des Datenfeldes; 0800 IP, 0806 ARP

Bild 1: Aufbau eines ETHERNET_802.3, bzw. ETHERNET_II Rahmens

Die Präambel besteht aus 7 mal 10101010-Bit Kombinationen zur Synchronisation des Empfängers und einer Bitkombination 10101011 zur Signalisation des Rahmenanfangs.

Ziel- und Quell- Adresse sind 6 Byte lange Hexadezimalzahlen, wobei die Quelladresse auf einem Chip der Ethernetkarte eingebrannt und weltweit einmalig sind. Die ersten drei Byte dieser Adresse nennen den Hersteller, die restlichen drei Byte die laufende Nummer der Karte.

Aufgrund ihrer Einmaligkeit wurde die 6-stellige Hexadezimalzahl bei Novell als Adresse der Arbeitsstation bzw. des Servers benutzt, in dem die dazugehörige Ethernetkarte steckt.

Beim alten Netware stand in dem 2 Byte langen Feld nach der Quelladresse die Länge des Datenfeldes. Ein Rahmen dieses Aufbaus ist vom Typ ETHERNET_802.3. Über die Art der Daten bzw. das verwendete Protokoll wird dabei nichts ausgesagt.

Im von XEROX vorgeschlagenen Rahmenaufbau folgt der Quelladresse ein 2 Byte langes Typfeld. Im Typfeld wird das Protokoll spezifiziert, mit dem die Daten transportiert werden. In diesem Fall haben wir es mit einem Rahmen vom Typ ETHERNET II zu tun.

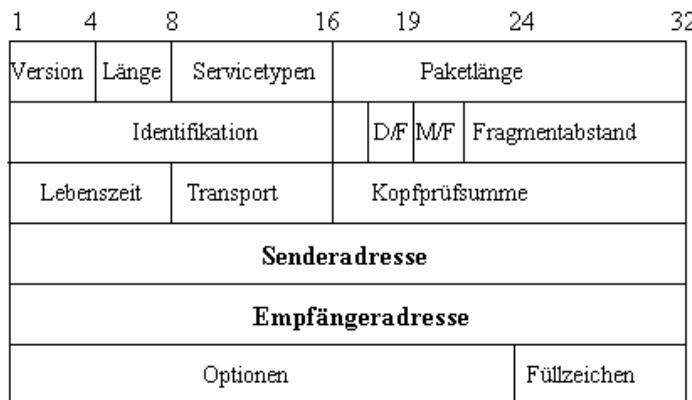
Eine Unterscheidung beider Rahmen ist leicht, da die maximale Länge des Datenfeldes von 1500 Byte einer Länge von OxO5DC hexadezimal entspricht. Die Liste der Protokoll - Typen wird von der Firma XEROX verwaltet und beginnt dagegen bei 0x0600. Aus der Liste der über 200 Protokolle seien hier nur drei genannt, auf die im folgenden noch näher eingegangen werden soll. Es handelt sich um:

Typ	Bezeichnung	Abkürzung
0800	Internetprotokoll	IP
0806	Adress Auflösungs- Protokoll	ARP
8137	Internetwork Packet Exchange Protokoll	IPX

Tafel 1: Ausgewählte Protokolltypen.

1.3 Das Internetprotokoll

Da das Internetprotokoll (IP) auch bei der Datenübertragung über GPRS eine Rolle spielt soll es als erstes erklärt werden



Beispiel: IP-Adresse Dezimal = 10.227.184.4; Hex = 0A E3 B8 04

IP-Protokollkopf= 20 (... 22) Byte Zu transportierendes Datenpaket mit Header des Sicherungsprotokolls

Bild 2: Aufbau des IP-Kopfes und eines IP Rahmens

Im unteren Teil von Bild 2 ist ein Paket mit einem IP-Header aufgezeichnet. Die Struktur dieses Headers ist im oberen Teil des Bildes dargestellt. Da das IP-Protokoll in der gesamten Netzwerktechnik eine Schlüsselrolle spielt, soll der Inhalt der einzelnen Felder des Kopfes kurz erklärt werden:

- Die **Versionsnummer** ist allgemein 4 (IPV4). Die Version 6 ist in der Einführung begriffen.
- Die **Länge des Kopfes** wird in 32 bit Worten angegeben. Sie beträgt (ohne das Optionenfeld) normalerweise 5.

- **Servicetypen** sind Priorität, Wartezeit, Durchsatz, und Zuverlässigkeit. Da im Internet allgemein nicht Wege verschiedener Qualität zur Verfügung stehen, wird von diesen Klassen dort allgemein kein Gebrauch gemacht.
- Die **Paketlänge** stellt die Gesamtlänge des Paketes einschließlich Protokollkopf dar. Die maximal mögliche Länge eines IP-Paketes beträgt $2^{16} = 65535$ Bytes.
- Die **Identifikation** ist eine Zahl die pro Paket vom Absender vergeben wird und auch zur Identifizierung der Fragmente beim Aufteilen eines Paketes in kürzere Teilstücke dient.
- **DF** heißt Don't Fragment und stellt das Verbot der Teilung des Paketes in Fragmente dar. Vergleiche auch Bild 3.

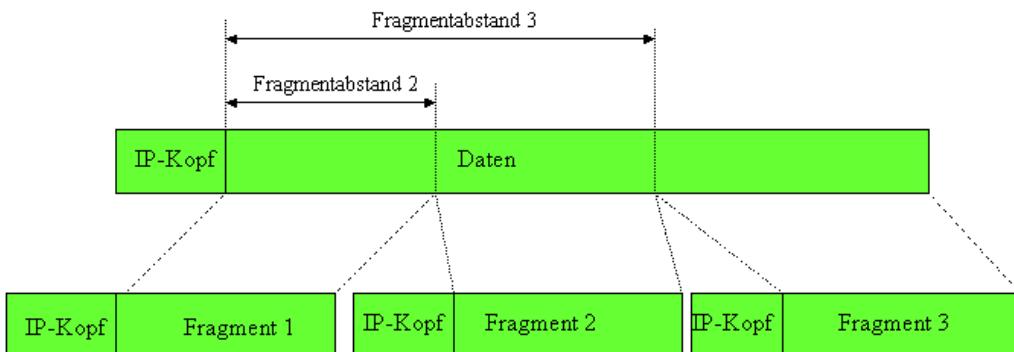


Bild 3: Fragmentierung von IP-Paketen

- **MF** heißt More Fragments und zeigt an, dass dem Paket weiter Teilstücke folgen.
- Der **Fragmentabstand** enthält die Lage des Teilstückes relativ zum Kopf (gezählt in Einheiten zu 8 Byte)
- Die **Lebenszeit** gibt an, wie viele Router (Netzknoten) das Paket durchlaufen darf (Häufig 64). Beim Durchlauf durch einen Router wird die Lebenszeit (TTL = Time To Live) um 1 verringert. Wenn ein Router das letzte Bit Lebenszeit löscht, schickt er dem Absender eine Information, dass das Paket aus dem Verkehr gezogen wurde. Dadurch wird verhindert, dass Pakete durch das Netz vagabundieren (herumirren).
- Im Feld **Transportprotokoll** wird angegeben welchem Protokoll der Paketinhalt übergeben werden muss. Z.B. steht die Nummer 6 für TCP (Transport Control Protocol) und die Nummer 17 steht für UDP (User Datagram Protocol).
- Die **Kopfprüfsumme** sichert nur die Felder im Protokollkopf. Der zu transportierende Paketinhalt wird beim Empfänger durch das Transportprotokoll geprüft.
- **Sender- und Empfängeradresse** sind 32 Bit lange Internetadressen

Klasse	Kennung	Netz-ID	Host-ID
A	0	7 Bit	24 Bit
		00111110.00011110.00001110.10011100	62.30.14.156
B	10	14 Bit	16 Bit
		10000100.10010011.10100000.00010000	132.147.160.16
C	110	21 Bit	8 Bit
		11011001.00000001.10110011.01001111	217.1.179.79
A - große Netzwerke mit vielen Hosts			
B - mittelgroße Netzwerke			
C - kleine Netzwerke			

Bild 4: Einteilung der Internetadressen

- **Optionen** sind Angaben für spezielle Zwecke, wie z.B. Netzwerkmanagement usw.
- **Füllzeichen** dienen der Ergänzung dieser Zeile auf 32 Bit.

IP-Adressen und Domainnamen (auf letztere wird in diesem Zusammenhang nicht eingegangen) werden durch sog. Network Information Center (NIC) vergeben. Die Firma Network Solutions betreibt als oberste Instanz für das Internet das *InterNIC*. Von diesem werden die Aufgaben delegiert. Für die Top-Level-Domain *.de (Deutschland) an das DE-NIC

Außer den Klassen A,B,C gibt es noch das reservierte Klasse-D-Netz von 224.0.0.0 bis 239.255.255.255 und das reservierte Klasse-E-Netz von 240.0.0.0 bis 254.255.255.255.

Die Adressen 127.x.x.x sind für den Loopback reserviert. Z.B. ist 127.0.0.1 die Adresse des Localhosts.

Für den „Hausgebrauch“ wurden laut [RFC 1918](#) folgende private Adressbereiche definiert:

- 1 privates Klasse-A-Netz (10.0.0.0 bis 10.255.255.255),
- 16 private Klasse-B-Netze (172.16.0.0 bis 172.31.255.255)
- 256 private Klasse-C-Netze (192.168.0.0 bis 192.168.255.255).

Da IP-Pakete über sehr unterschiedliche Netzwerktypen transportiert werden müssen, muss IP in der Lage sein die Paketgröße der Datagramme an die Eigenschaften der verschiedenen Übertragungsabschnitte anzupassen. Pakete nach CCITT-X25 dürfen z.B. nicht länger als 128 Byte sein. Für Ethernetpakete ist dagegen eine Länge des Datenpaketes von 1526 Byte zulässig. Daher muss das IP-Protokoll in der Lage sein, in jedem Netzknopen die Paketgröße an das jeweils zu benutzende Trägermedium anzupassen. Das bedeutet, dass die Möglichkeit besteht, im Netzknopen Pakete sowohl zu fragmentieren als auch wieder zusammenzusetzen (defragmentieren).

1.4 Das Transport Control Protocol

Die Zustellung der Pakete im Internetprotokoll erfolgt „best effort“. Dass Pakete nicht ankommen, muss von dem die Daten sichernden Protokoll bemerkt werden.

Die Daten werden durch das *Transmission Control Protocol* TCP gesichert. Der TCP-Kopf ist in Bild5 dargestellt.

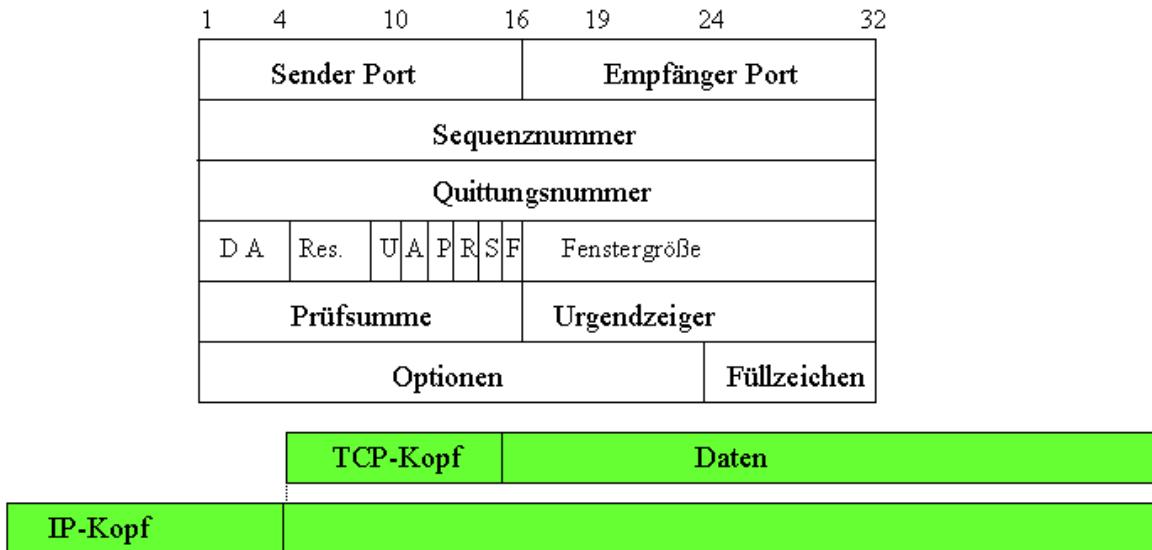


Bild 5: Der TCP Protokollkopf

Die wichtigste Einträge im TCP-Protokollkopf sind:

- Die 16 Bit lange **Prüfsumme** erstreckt sich über den Protokollkopf und die zu transportierenden Daten.
- Beim Verbindungsauftausch tauschen die Partner jeweils eine 32 Bit lange **Sequenznummer** (Sender an Empfänger) und eine **Quittungsnummer** (Empfänger an Sender) aus. Bei der Übertragung übergibt der Sender die um die Zahl der gesendeten Bytes erhöhte Sequenznummer an den Empfänger, der Empfänger quittiert mit der, um die Zahl der empfangenen Bytes erhöhten, Quittungsnummer.
- Ein wichtiges Element in der Adressierung auf der Transportebene sind die **Portnummern**. Von den $2^{16} = 65536$ möglichen Portnummern sind einige hundert für die bekannten Dienste fest vergeben. Z.B. besitzt der Internetzugang die tcp-Portnummer 80. Einem Filetransferprotokoll (ftp) Server ist die tcp-Portnummer 21 für den Austausch von Steuerungsinformationen und die tcp-Portnummer 20 für den Datenaustausch zugeordnet. Einen Telnet-Server erreicht man über die tcp-Portnummer 23. Man unterscheidet tcp-Portnummern und User Datagram Protokoll (udp) Portnummern. Die Portnummern der Dienste sind im win98 in der Datei c:\windows\services und in w2k sowie win XP in der Datei c:\windows\system32\drivers\etc\services angegeben. Wenn eine tcp/ip Verbindung aufgebaut werden soll, dann muss sowohl die IP-Nummer des Empfängers (Netz und Host-ID) bekannt sein, als auch der Dienst, repräsentiert durch seinen Port an dem die Pakete abzuliefern sind. Damit der *Gerufene* bzw. *Belieferte* antworten kann, wählt er aus der Menge der unbenutzten Portnummer (allgemein Werte über 2000) eine aus und gibt sie als Empfänger Port an.
- Die Kombination aus kompletter IP Nummer und Portnummer nennt man auch einen Kommunikationsendpunkt oder Socket.
- Der **Datenabstand DA**, gibt die Länge des TCP-Protokollkopf in 32-Bit-Worten an

- Die **Fenstergröße** dient der Steuerung des Datenflusses, sie enthält die Anzahl von Bytes die der Empfänger im Moment puffern kann.
- Es werden die folgenden Flags verwendet: **U=Urgent**, zeigt an, dass der Zeiger im Urgend-Feld gültig ist. **A=ACK** zeigt an dass die Quittungsnummer gültig ist. **P=Push** heißt, die Daten sollen sofort übergeben werden. **R=RST** heißt Rücksetzen der Verbindung oder ungültiges Element. **S=SYN** stellt den Wunsch nach Verbindungsauftbau dar. **F=FIN** stellt den Wunsch nach Verbindungsabbau dar. Die beiden letzten Flags müssen von der Gegenstelle quittiert werden.
- Der **Urgendzeiger** weist auf das letzte Byte der zu übertragenden Nachricht. Die darauf folgende Information sind dringende Systemnachrichten.
- Es gibt die **Optionen:** No Operation, End of Option List und Maximum Segment Size, auf die aber hier nicht eingegangen werden soll

1.5 Das Address Resolution Protocol ARP

Dem Interessierten Leser wird empfohlen von der Internetadresse <http://www.ethereal.com/download.html> das Tool ETHEREAL herunterzuladen und die nachfolgenden Beispiel auf dem eigenen Rechner nachzuvollziehen.

Wie erwähnt hatte Bob Metcalf das Ethernet erfunden, wodurch es möglich war Daten-Pakete in der im Bild 1 dargestellten Gestalt zwischen Sender und Empfänger in einem Netzwerk zu versenden. Sender und Empfänger sind Ethernetkarten, die z.B. in Rechnern installiert sind.

Die Ethernetadressen besitzen wie beschrieben eine Länge von 6 Byte. In den älteren Novellenetzwerken wurden diese Adressen direkt zur Adressierung verwendet.

Nachdem im Internet (Fernnetz) die IP-Adressen eingeführt worden waren, bestand die Notwendigkeit auch in lokalen Netzen mit dem Internetprotokoll zu operieren. Dazu musste eine Methode gefunden werden die den Rechnern zugeordnete IP-Adresse mit der 6 Byte langen HardwareAdresse in Beziehung zu setzen.

Das zugrunde liegende Protokoll heißt *Address Resolution Protocol* ARP. Es funktioniert folgendermaßen:

Angenommen von einem Rechner aus, soll mittels Ping-Kommando der Betriebszustand eines zweiten Rechners mit der IP-Adresse 192.168.172.20 überprüft werden. Es wird dazu das Kommando

ping 192.168.172.20

eingegeben. Es muss daraufhin die HardwareAdresse des Rechners mit dieser IP-Adresse gesucht werden. Der Suchvorgang ist in den Bildern 6/7 beschrieben. In Bild 6 Zeile 72 ist der Broadcast aufgezeichnet, der da umgangssprachlich lautet. „Wie lautet die HardwareAdresse des Rechners mit der IP-Nummer 192.168.172.20.“

Die 42 Oktett des Datagramms sind in den unteren drei Zeilen im Bild 6 dargestellt. Ihre Bedeutung ist in dem mittleren Feld von Bild 6 explizit beschrieben.

Bild 6: Adress Resolution und ping-Kommando dargestellt mit Ethereal

Die Antwort auf das in Bild 6 gezeigte Datagramm ist in Bild 7 Zeile 73 dargestellt:

Bild 7: Adress Resolution, Antwort des Empfängers mit der IP-Adresse 192.168.172.20

Nachdem das ARP die Hardwareadresse des Ziels geliefert hat, ist es nun möglich das Kommando `ping`, Bestandteil des Internet Control Message Protocol ICMP, abzuschicken.

1.6 Internet Control Message Protocol ICMP

Das ICMP, als Bestandteil jeder IP-Implementierung und hat die Aufgabe Fehler- und Diagnose Informationen für IP zu transportieren..

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
71	0.741988	Avm_25:d7:6b	Intel_dc:19:1f	Internet Protocol Version 4 (IP)	192.168.178.1 > 00:04:0e:25:d7:6b
72	9.841952	Intel_dc:19:1f	Broadcast	ARP	who has 192.168.178.20? Tell 192.168.178.22
73	9.843431	Avm_25:d7:6b	Intel_dc:19:1f	ARP	192.168.178.20 is at 00:04:0e:25:d7:6b
74	9.843441	192.168.178.22	192.168.178.20	ICMP	Echo (ping) request
75	9.844293	192.168.178.20	192.168.178.22	ICMP	Echo (ping) reply
76	10.841941	192.168.178.22	192.168.178.20	ICMP	Echo (ping) request
77	10.843316	192.168.178.20	192.168.178.22	ICMP	Echo (ping) reply
78	11.841928	192.168.178.22	192.168.178.20	ICMP	Echo (ping) request
79	11.843109	192.168.178.20	192.168.178.22	ICMP	Echo (ping) reply

Frame 74 (74 bytes on wire, 74 bytes captured)
 Ethernet II, Src: Intel_dc:19:1f (00:16:76:dc:19:1f), Dst: Avm_25:d7:6b (00:04:0e:25:d7:6b)
 Destination: Avm_25:d7:6b (00:04:0e:25:d7:6b)
 Source: Intel_dc:19:1f (00:16:76:dc:19:1f)
 Type: IP (0x0800)
 Internet Protocol, Src: 192.168.178.22 (192.168.178.22), Dst: 192.168.178.20 (192.168.178.20)
 version: 4
 Header length: 20 bytes
 Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP 0x00: Default; ECN: 0x00)
 Total Length: 60
 Identification: 0x4dfb (19963)
 Flags: 0x00
 Fragment offset: 0
 Time to live: 128
 Protocol: ICMP (0x01)
 Header checksum: 0x074a [correct]
 Source: 192.168.178.22 (192.168.178.22)
 Destination: 192.168.178.20 (192.168.178.20)
 Internet Control Message Protocol
 Type: 8 (Echo (ping) request)
 Code: 0
 Checksum: 0x065c [correct]
 Identifier: 0x0200
 Sequence number: 0x4500
 Data (32 bytes)

0000	00	04	0e	25	d7	6b	00	16	76	dc	19	1f	08	00	45	00	...%k..	v.....E.
0010	00	3c	4d	fb	00	00	80	01	07	4a	c0	a8	b2	16	c0	a8	.<M.....J.....	
0020	b2	14	08	00	06	5c	02	00	45	00	61	62	63	64	65	66\..	Eabcdefghijklm
0030	67	68	69	6a	6b	6c	6d	6e	6f	70	71	72	73	74	75	76	ghijklmn	opqrstuvwxyz
0040	77	61	62	63	64	65	66	67	68	69							wabdefg	hi

Bild 8: Echo-Request mit entschlüsseltem IP-Kopf und ICMP Inhalt

Dem interessierten Leser wird empfohlen, als Übung, die Daten des IP-Kopfes in das Schema Bild 2 einzusetzen.

Bitte beachten Sie, dass die 32 Bytes die vom ICMP transportiert werden die Buchstaben des Alphabets sind.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
74	9.843441	192.168.178.22	192.168.178.20	ICMP	Echo (ping) request
75	9.844293	192.168.178.20	192.168.178.22	ICMP	Echo (ping) reply

Frame 75 (74 bytes on wire, 74 bytes captured)
 Ethernet II, Src: Avm_25:d7:6b (00:04:0e:25:d7:6b), Dst: Intel_dc:19:1f (00:16:76:dc:19:1f)
 Internet Protocol, Src: 192.168.178.20 (192.168.178.20), Dst: 192.168.178.22 (192.168.178.22)
 version: 4
 Header length: 20 bytes
 Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP 0x00: Default; ECN: 0x00)
 Total Length: 60
 Identification: 0x0ca4 (3236)
 Flags: 0x00
 Fragment offset: 0
 Time to live: 128
 Protocol: ICMP (0x01)
 Header checksum: 0x48a1 [correct]
 Source: 192.168.178.20 (192.168.178.20)
 Destination: 192.168.178.22 (192.168.178.22)
 Internet Control Message Protocol
 Data (32 bytes)

0000	00	16	76	dc	19	1f	00	04	0e	25	d7	6b	08	00	45	00	.v.....	.%k..E.
0010	00	3c	0c	a4	00	00	80	01	48	a1	c0	a8	b2	14	c0	a8	.<.....	H.....
0020	b2	16	00	00	0e	5c	02	00	45	00	61	62	63	64	65	66\..	Eabcdefghijklm
0030	67	68	69	6a	6b	6c	6d	6e	6f	70	71	72	73	74	75	76	ghijklmn	opqrstuvwxyz
0040	77	61	62	63	64	65	66	67	68	69							wabdefg	hi

Bild 9: Echo-Response

1.7 Das Kommando *traceroute* (*tracert*)

Ein sehr interessantes und nützliches Kommando ist das Kommando *traceroute* das im MS Windows *tracert* geschrieben wird.

Aus Bild 8 kann entnommen werden dass die Lebenszeit des Ping-Kom-mandos hier „time to live: 128“ beträgt. Damit kann das icmp-Paket 128 Router passieren, wobei in jedem Router die Lebenszeit um den Wert 1 reduziert wird. Der Router der die Lebenszeit auf Null herabsetzt löscht das Paket , wodurch ein Herumirren von icmp-Paketen im Netz verhindert wird. Natürlich muss dieser Router den Absender des Paketes vom Löschkvorgang benachrichtigen.

```
Routenverfolgung zu amsel.informatik.hu-berlin.de [141.20.21.25] über maximal 3
0 Abschnitte:

 1  <1 ms    <1 ms    <1 ms  fritz.fon.box [192.168.178.1]
 2  *          *          * Zeitüberschreitung der Anforderung.
 3  53 ms    53 ms    51 ms  217.0.64.50
 4  58 ms    58 ms    57 ms  h-ebi.H.DE.net.DTAG.DE [62.154.49.166]
 5  67 ms    65 ms    65 ms  cr-hannover1-po1-0.x-win.dfn.de [188.1.62.1]
 6  71 ms    72 ms    73 ms  xr-han1-te3-1.x-win.dfn.de [188.1.144.94]
 7  72 ms    72 ms    71 ms  xr-pot1-te3-3.x-win.dfn.de [188.1.145.134]
 8  71 ms    71 ms    70 ms  xr-zib1-te1-3.x-win.dfn.de [188.1.144.29]
 9  70 ms    71 ms    71 ms  xr-adh1-te2-1.x-win.dfn.de [188.1.144.22]
10  72 ms    70 ms    70 ms  188.1.33.118
11  73 ms    73 ms    71 ms  141.20.0.21
12  71 ms    71 ms    70 ms  141.20.0.66
13  72 ms    73 ms    71 ms  ER16-Inf.mgmt.hu-berlin.de [141.20.16.6]
14  73 ms    73 ms    73 ms  amsel.informatik.hu-berlin.de [141.20.21.25]

Ablaufverfolgung beendet.
```

Bild 10: Traceroute zu amsel.informatik.hu-berlin.de.

Der beschriebene Vorgang wird im Kommando *traceroute* (tracert) wie folgt ausgenutzt. Es wird dreimal ein ping-Kommando abgesetzt wobei zunächst die Lebenszeit gleich 1 gesetzt wird. Der erste Router den das ping-Paket anläuft setzt die Lebenszeit zu Null und benachrichtigt den Absender unter Angabe seiner IP-Adresse. Daraufhin startet der Sender erneut ein icmp-Paket aber jetzt mit der Lebenszeit gleich 2.

Bild 11: Ping amsel mit TTL = 9, entspricht Zeile 9 in Bild 10.

Ist die Ping-Adresse erreicht, ist der Vorgang beendet. Wenn nicht, wird das Datagramm gelöscht und der Sender benachrichtigt. Der Vorgang wird solange wiederholt bis die Adresse, mit der traceroute gestartet wurde, erreicht ist.

Betrachten Sie in Bild 10 ein Traceroute vom Computer des Verfassers zu amsel.informatik.hu-berlin.de.

Die Wirkungsweise des Kommandos kann wieder sehr schön mit Ethereal gezeigt werden. Bild 11 zeigt das Kommando das die Zeile 9 in Bild 10 repräsentiert im Ethereal-Fenster.

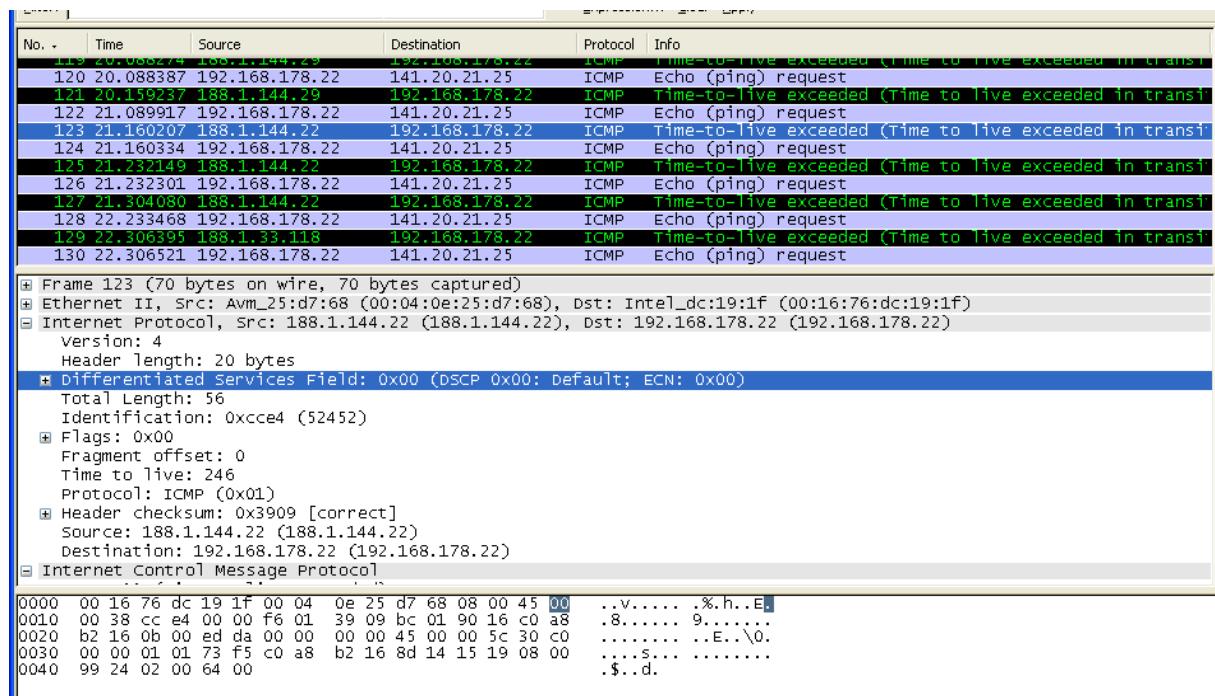


Bild 12: Der Router der das Paket mit der Lebenszeit = 9 löscht hat die IP-Adresse 188.1.144.22

In Bild 12 ist dargestellt welche Antwort der Router, der das icmp-Paket gelöscht hat, dem ping-Sender gibt.

1.8 Das File Transfer Protokoll FTP.

Der hier gegebene Überblick über die Netzwerktechnik soll nur dazu dienen den Umgang mit Datenpaketen im GPRS und EDGE zu verstehen. So wie das Verständnis des CC-Protokolls im ISDN wichtig ist für das Verständnis der GSM-Protokolle, ist das Verständnis der TCP/IP Architektur wichtig für das Verständnis der GPRS/EDGE Protokolle. Es soll daher noch das Kommando FTP besprochen werden.

Am Arbeitsplatz des Autors befinden sich 2 Computer, die mit einem LAN über eine *fritz.box.fon* miteinander verbunden sind. Auf dem Rechner mit Namen *goeller* ist ein „Personal FTP Server 3.3c“ gestartet, der von www.mrdownload.de heruntergeladen werden kann.

Im *cmd-Fenster* des zweiten Rechners mit Namen *Delli* wurde wie in Bild 13 dargestellt ftp im Debugmodus gestartet.

Man erkennt die Rückmeldungen des Servers an dem dreistelligen Ziffernkode und dem dazugehörenden Text.

Der in Bild 13 dargestellte Ablauf des Kommandos ist weitestgehend selbsterklärend. Das *ftp*-Kommando öffnet zwei Kommunikationsendpunkte für die Verbindung. Der Kommandokanal wird auf dem TCP- Port 21 und der Datenkanal auf dem TCP-Port 20 gestartet.. Das kann mit dem Kommando *netstat -n*, siehe Bild 15 gezeigt werden .

```
C:\FTP>ftp goeller
Verbindung mit goeller wurde hergestellt.
220 Personal FTP Server ready
Benutzer <goeller:<none>>: goeller
331 Password required for goeller.
Kennwort:
230 User goeller logged in.
ftp> ldir
Ungültiger Befehl
ftp> lcd
Lokales Verzeichnis jetzt C:\FTP
ftp> dir
200 Port command successful.
150 Opening data connection for directory list.
drw-rw-rw- 1 ftp      ftp          0 Feb 25 14:23 .
drw-rw-rw- 1 ftp      ftp          0 Feb 25 14:23 ..
-rw-rw-rw- 1 ftp      ftp          19456 Oct 13 2006 Paket.doc
-rw-rw-rw- 1 ftp      ftp          17 Feb 25 14:23 sample.txt
226 File sent ok
FTP: 64d Bytes empfangen in 0,00Sekunden 246000,00KB/s
ftp> put sample.txt
200 Port command successful.
150 Opening data connection for sample.txt.
226 File received ok
ftp> quit
221 Goodbye.
```

Bild 13: Das Kommando ftp zum Computer goeller wurde im Debugmodus gestartet.

Der Mitschnitt des Kommandoablaufs mit Ethereal zeigt auch den Mechanismus, wie durch TCP eine Verbindung aufgebaut wird. In Zeile 46 sendet TCP das Flag SYN mit der SEQ = 0, Die Gegenseite antwortet mit SYN,ACK und SEQ=0. Darauf wir auf Zeile 48 mit ACK und SEQ=1 der Verbindungsauftbau beendet.

The screenshot shows a packet capture from the Ethereal interface. The table lists the following information:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
46	1.311776	192.168.178.22	192.168.178.20	TCP	1425 > ftp [SYN] Seq=0 Len=0 MSS=1460
47	1.316529	192.168.178.20	192.168.178.22	TCP	ftp > 1425 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=64240 Len=0 MSS=1460
48	1.316547	192.168.178.22	192.168.178.20	TCP	1425 > ftp [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=65535 [TCP CHECKSUM I]
49	1.327709	192.168.178.20	192.168.178.22	FTP	Response: 220 Personal FTP Server ready
50	1.438378	192.168.178.22	192.168.178.20	TCP	1425 > ftp [ACK] Seq=1 Ack=32 Win=65504 [TCP CHECKSUM II]
51	4.000935	192.168.178.22	83.250.230.239	UDP	Source port: 41318 Destination port: 21059
52	8.091592	192.168.178.22	192.168.178.20	FTP	Request: USER goeller
53	8.098136	192.168.178.20	192.168.178.22	FTP	Response: 331 Password required for goeller.
54	8.278143	192.168.178.22	192.168.178.20	TCP	1425 > ftp [ACK] Seq=15 Ack=68 Win=65468 [TCP CHECKSUM III]
55	16.011451	192.168.178.22	192.168.178.20	FTP	Request: PASS casaubon
56	16.023914	192.168.178.20	192.168.178.22	FTP	Response: 230 User goeller logged in.
57	16.225313	192.168.178.22	192.168.178.20	TCP	1425 > ftp [ACK] Seq=30 Ack=97 Win=65439 [TCP CHECKSUM IV]
58	20.893294	192.168.178.22	192.168.178.20	FTP	Request: PORT 192,168,178,22,5,148
59	20.900954	192.168.178.20	192.168.178.22	FTP	Response: 200 Port command successful.

Details for frame 46:

- Frame 46 (62 bytes on wire, 62 bytes captured)
- Ethernet II, Src: Intel_dc:19:1f (00:16:76:dc:19:1f), Dst: Avm_25:d7:6b (00:04:0e:25:d7:6b)
- Internet Protocol, Src: 192.168.178.22 (192.168.178.22), Dst: 192.168.178.20 (192.168.178.20)
- Transmission Control Protocol, Src Port: 1425 (1425), Dst Port: ftp (21), Seq: 0, Len: 0
- Source port: 1425 (1425)
- Destination port: ftp (21)
- Sequence number: 0 (relative sequence number)
- Header length: 28 bytes
- Flags: 0x0002 (SYN)
- Window size: 65535
- Checksum: 0x17b4 [correct]
- Options: (8 bytes)

Hex dump of frame 46:

```
0000  00 04 0e 25 d7 6b 00 16 76 dc 19 1f 08 00 45 00 ...%.k.. v.....E.
0010  00 30 fe f4 40 00 80 06 16 57 c0 a8 b2 16 c0 a8 .0..@... .W.....
0020  b2 14 05 91 00 15 f8 a3 87 a5 00 00 00 70 02 .....p.
0030  ff ff 17 b4 00 00 02 04 05 b4 01 01 04 02 .....p.
```

Bild 14: Mitschnitt der ftp-Sitzung mit Ethereal

Das Kommando `netstat -n` gestattet es die Kommunikationsendpunkte einer Verbindung darzustellen (Bild 15)

TCP	192.168.178.22:1431	192.168.178.20:21	HERGESTELLT
TCP	192.168.178.22:1433	141.20.20.51:110	WARTEND
TCP	192.168.178.22:1436	194.25.134.111:110	WARTEND
TCP	192.168.178.22:1440	192.168.178.20:20	WARTEND

Bild 15: Auszug aus dem Kommando `netstat -n`

1.9 Der Computer wird über ein Mobile mit dem Internet verbunden

Nunmehr soll das Paketnetz durch ein Mobilfunkgerät mittels des Dienstes GPRS erweitert werden.

No. -	Time	Source	Destination	Protocol	Info
19	2.585937	Send_06	Send_06	PPP	IP Configuration Request
20	2.587890	Receive_06	Receive_06	PPP	IP Configuration Ack
21	2.603515	80.187.58.28	224.0.0.22	IGMP	V3 Membership Report
22	2.605469	80.187.58.28	224.0.0.9	RIPv2	Request
23	2.614258	80.187.58.28	224.0.0.22	IGMP	V3 Membership Report
24	2.627929	80.187.58.28	255.255.255.255	DHCP	DHCP Inform – Transaction ID 0x9218d276
25	2.672851	80.187.58.28	255.255.255.255	NBNS	Registration NB DELLI<00>
26	2.679687	80.187.58.28	239.255.255.250	SSDP	M-SEARCH * HTTP/1.1
27	3.036133	80.187.58.28	239.255.255.250	SSDP	M-SEARCH * HTTP/1.1
28	3.422851	80.187.58.28	255.255.255.255	NBNS	Registration NB DELLI<00>
29	3.588867	80.187.58.28	224.0.0.22	IGMP	V3 Membership Report
30	4.172851	80.187.58.28	255.255.255.255	NBNS	Registration NB DELLI<00>
31	4.922851	80.187.58.28	255.255.255.255	NBNS	Registration NB DELLI<00>
32	5.031250	80.187.58.28	38.100.162.110	TCP	2086 > http [SYN] Seq=0 Len=0 MSS=1460
33	5.672851	80.187.58.28	255.255.255.255	NBNS	Registration NB WORKGROUP<00>
34	5.679687	80.187.58.28	239.255.255.250	SSDP	M-SEARCH * HTTP/1.1
35	6.036133	80.187.58.28	239.255.255.250	SSDP	M-SEARCH * HTTP/1.1
36	6.422851	80.187.58.28	255.255.255.255	NBNS	Registration NB WORKGROUP<00>
37	6.627929	80.187.58.28	255.255.255.255	DHCP	DHCP Inform – Transaction ID 0x9218d276
38	7.172851	80.187.58.28	255.255.255.255	NBNS	Registration NB WORKGROUP<00>
39	7.330078	80.187.58.28	38.100.162.110	TCP	2090 > http [SYN] Seq=0 Len=0 MSS=1460
40	7.902344	80.187.58.28	38.100.162.110	TCP	2086 > http [SYN] Seq=0 Len=0 MSS=1460
41	7.922851	80.187.58.28	255.255.255.255	NBNS	Registration NB WORKGROUP<00>
42	8.672851	80.187.58.28	255.255.255.255	NBNS	Registration NB WORKGROUP<1e>
43	8.672851	80.187.58.28	255.255.255.255	NBNS	Registration NB DELLI<20>
44	8.679687	80.187.58.28	239.255.255.250	SSDP	M-SEARCH * HTTP/1.1
45	9.036133	80.187.58.28	239.255.255.250	SSDP	M-SEARCH * HTTP/1.1
46	9.048828	172.28.21.129	80.187.58.28	HTTP	HTTP/1.1 302 Moved Temporarily
47	9.264648	38.100.162.110	80.187.58.28	TCP	http > 2086 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=57344 Len=0 MSS
48	9.264648	80.187.58.28	38.100.162.110	TCP	2086 > http [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=8760 Len=0
49	9.265625	80.187.58.28	38.100.162.110	TCP	2086 > http [FIN, ACK] Seq=1 Ack=1 Win=8760 Len=0
50	9.347656	38.100.162.110	80.187.58.28	TCP	[TCP Dup ACK 47<1>] http > 2086 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=5
51	9.366211	38.100.162.110	80.187.58.28	TCP	http > 2090 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=57344 Len=0 MSS
52	9.366211	80.187.58.28	38.100.162.110	TCP	2090 > http [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=8760 Len=0
53	9.366211	80.187.58.28	38.100.162.110	TCP	2090 > http [FIN, ACK] Seq=1 Ack=1 Win=8760 Len=0
54	9.422851	80.187.58.28	255.255.255.255	NBNS	Registration NB WORKGROUP<1e>
55	9.422851	80.187.58.28	255.255.255.255	NBNS	Registration NB DELLI<20>
56	9.630859	80.187.58.28	38.100.162.110	TCP	2093 > http [SYN] Seq=0 Len=0 MSS=1460
57	10.172851	80.187.58.28	255.255.255.255	NBNS	Registration NB WORKGROUP<1e>
58	10.172851	80.187.58.28	255.255.255.255	NBNS	Registration NB DELLI<20>
59	10.625976	38.100.162.110	80.187.58.28	TCP	http > 2086 [ACK] Seq=2 Ack=1 Win=57344 Len=0
60	10.645508	38.100.162.110	80.187.58.28	TCP	http > 2090 [ACK] Seq=1 Ack=2 Win=57344 Len=0
61	10.708008	38.100.162.110	80.187.58.28	HTTP	HTTP/1.0 200 OK (text/html)
62	10.708008	80.187.58.28	38.100.162.110	TCP	2086 > http [RST, ACK] Seq=2 Ack=1072 Win=0 Len=0
63	10.708008	38.100.162.110	80.187.58.28	TCP	http > 2086 [FIN, ACK] Seq=1072 Ack=2 Win=57344 Len=0
64	10.708008	38.100.162.110	80.187.58.28	TCP	http > 2093 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=57344 Len=0 MSS
65	10.708008	80.187.58.28	38.100.162.110	TCP	2093 > http [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=8760 Len=0
66	10.708984	80.187.58.28	38.100.162.110	HTTP	GET /inet_check.html HTTP/1.1
67	10.922851	80.187.58.28	255.255.255.255	NBNS	Registration NB WORKGROUP<1e>
68	10.922851	80.187.58.28	255.255.255.255	NBNS	Registration NB DELLI<20>
69	11.030273	38.100.162.110	80.187.58.28	HTTP	HTTP/1.0 200 OK (text/html)
70	11.030273	80.187.58.28	38.100.162.110	TCP	2090 > http [RST, ACK] Seq=2 Ack=1072 Win=0 Len=0
71	11.672851	80.187.58.28	255.255.255.255	BROWSE	Host Announcement DELLI, Workstation, Server, Print Qu
72	11.672851	80.187.58.28	255.255.255.255	BROWSE	Request Announcement DELLI
73	11.686523	80.187.58.28	239.255.255.250	SSDP	M-SEARCH * HTTP/1.1
74	11.934570	80.187.58.28	38.100.162.110	TCP	2100 > http [SYN] Seq=0 Len=0 MSS=1460
75	11.946289	38.100.162.110	80.187.58.28	TCP	http > 2093 [ACK] Seq=1 Ack=1072 Win=57344 Len=0
76	12.145508	38.100.162.110	80.187.58.28	HTTP	HTTP/1.1 200 OK
77	12.145508	80.187.58.28	38.100.162.110	TCP	2093 > http [FIN, ACK] Seq=172 Ack=338 Win=8423 Len=0
78	12.985351	38.100.162.110	80.187.58.28	TCP	http > 2100 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=57344 Len=0 MSS
79	12.985351	80.187.58.28	38.100.162.110	TCP	2100 > http [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=8760 Len=0
80	12.986328	80.187.58.28	38.100.162.110	HTTP	GET /inet_check.html HTTP/1.1
81	13.008789	38.100.162.110	80.187.58.28	TCP	http > 2093 [ACK] Seq=338 Ack=173 Win=57344 Len=0
82	13.026367	38.100.162.110	80.187.58.28	TCP	http > 2093 [FIN, ACK] Seq=338 Ack=173 Win=57344 Len=0
83	13.026367	80.187.58.28	38.100.162.110	TCP	2093 > http [ACK] Seq=173 Ack=339 Win=8423 Len=0
84	13.172851	80.187.58.28	255.255.255.255	BROWSE	Request Announcement DELLI
85	13.866211	38.100.162.110	80.187.58.28	TCP	http > 2100 [ACK] Seq=1 Ack=1073 Win=57344 Len=0
86	14.028320	38.100.162.110	80.187.58.28	HTTP	HTTP/1.1 200 OK
87	14.028320	80.187.58.28	38.100.162.110	TCP	2100 > http [FIN, ACK] Seq=173 Ack=338 Win=8423 Len=0
88	14.292969	80.187.58.28	38.100.162.110	TCP	2103 > http [SYN] Seq=0 Len=0 MSS=1460
89	14.627929	38.100.162.110	80.187.58.28	TCP	http > 2100 [ACK] Seq=338 Ack=174 Win=57344 Len=0
90	14.627929	38.100.162.110	80.187.58.28	TCP	http > 2100 [FIN, ACK] Seq=338 Ack=174 Win=57344 Len=0
91	14.627929	80.187.58.28	38.100.162.110	TCP	2100 > http [ACK] Seq=174 Ack=339 Win=8423 Len=0
92	14.664062	38.100.162.110	80.187.58.28	TCP	http > 2103 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=57344 Len=0 MSS
93	14.664062	80.187.58.28	38.100.162.110	TCP	2103 > http [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=8760 Len=0
94	14.665039	80.187.58.28	38.100.162.110	HTTP	GET /inet_check.html HTTP/1.1
95	14.672851	80.187.58.28	255.255.255.255	BROWSE	Request Announcement DELLI
96	14.686523	80.187.58.28	239.255.255.250	SSDP	M-SEARCH * HTTP/1.1
97	15.504883	38.100.162.110	80.187.58.28	TCP	http > 2103 [ACK] Seq=1 Ack=172 Win=57344 Len=0
98	15.1745117	38.100.162.110	80.187.58.28	HTTP	HTTP/1.1 200 OK
99	15.850586	80.187.58.28	38.100.162.110	TCP	2103 > http [ACK] Seq=172 Ack=338 Win=8423 Len=0
100	16.172851	80.187.58.28	255.255.255.255	BROWSE	Request Announcement DELLI
101	16.880859	80.187.58.28	255.255.255.255	NBNS	Name query NB WPAD<00>
102	17.630897	80.187.58.28	255.255.255.255	NBNS	Name query NB WPAD<00>
103	17.688476	80.187.58.28	239.255.255.250	SSDP	M-SEARCH * HTTP/1.1
104	18.380859	80.187.58.28	255.255.255.255	NBNS	Name query NB WPAD<00>
105	19.113281	80.187.58.28	141.20.21.25	ICMP	Echo (ping) request
106	19.744140	141.20.21.25	80.187.58.28	ICMP	Echo (ping) reply
107	19.840820	80.187.58.28	255.255.255.255	NBNS	Name query NB ISATAP<00>
108	20.114258	80.187.58.28	141.20.21.25	ICMP	Echo (ping) request
109	20.524414	141.20.21.25	80.187.58.28	ICMP	Echo (ping) reply
110	20.590820	80.187.58.28	255.255.255.255	NBNS	Name query NB ISATAP<00>
111	21.115234	80.187.58.28	141.20.21.25	ICMP	Echo (ping) request
112	21.340820	80.187.58.28	255.255.255.255	NBNS	Name query NB ISATAP<00>
113	21.863281	80.187.58.28	80.187.58.28	TCPMD	Echo (ping) reply

Bild16: In das Netzwerk wird ein Mobile eingefügt.

Beim Kauf eines GPRS (EDGE/UMTS/HSDPA) – fähigen Mobiles wird vom Produzenten ein Kabel mitgeliefert, mit dem das Mobiltelefon an die USB-Buchse eines Computer angeschlossen werden kann. Ältere Mobyletypen werden über einen COM-Port mit dem Computer verbunden. Auch Verbindungen über Bluetooth oder Infrarot sind möglich.

Das Mobile dient nun als Modem, über den der Computer über das PLMN mit dem Internet verbunden ist. Seine IP-Nummer erhält der Computer mit Hilfe des Point-to-Point -Protokolls (PPP) vom DHCP Server des Mobilfunk-Netzes

Der Vorgang ist vom „PPP-IP-Configuration Request“ in Zeile 19 bis zum Ping zum Host amsel.informatik.hu-berlin.de in Zeile 105 des Bildes 16 dargestellt.

Der Computer erhält im Netz von T-Mobile die IP-Nummer 80.187.58.28 zugewiesen. Die zahlreichen Zeilen in Bild 16, in denen zwischen Computer (IP-Nummer 80.187.58.28) und der IP-Adresse 38.100.162.110 von singleclicksystems.com, einer Microsoft-Adresse, Interaktivitäten durchgeführt werden, können hier nicht diskutiert werden.

Die Verbindung vom Arbeitsplatz des Autors zum Rechner [amsel.informatik.hu-berlin..de](http://amsel.informatik.hu-berlin.de) wurde bereits mit dem Kommando `traceroute (tracert)` verfolgt. Im Bild 17 ist dargestellt wie die verschiedenen Wege im Internet aussehen je nachdem ob die Verbindung über eine FRITZ!Box-Fon, den Operator D1 oder den Operator D2 hergestellt wird.

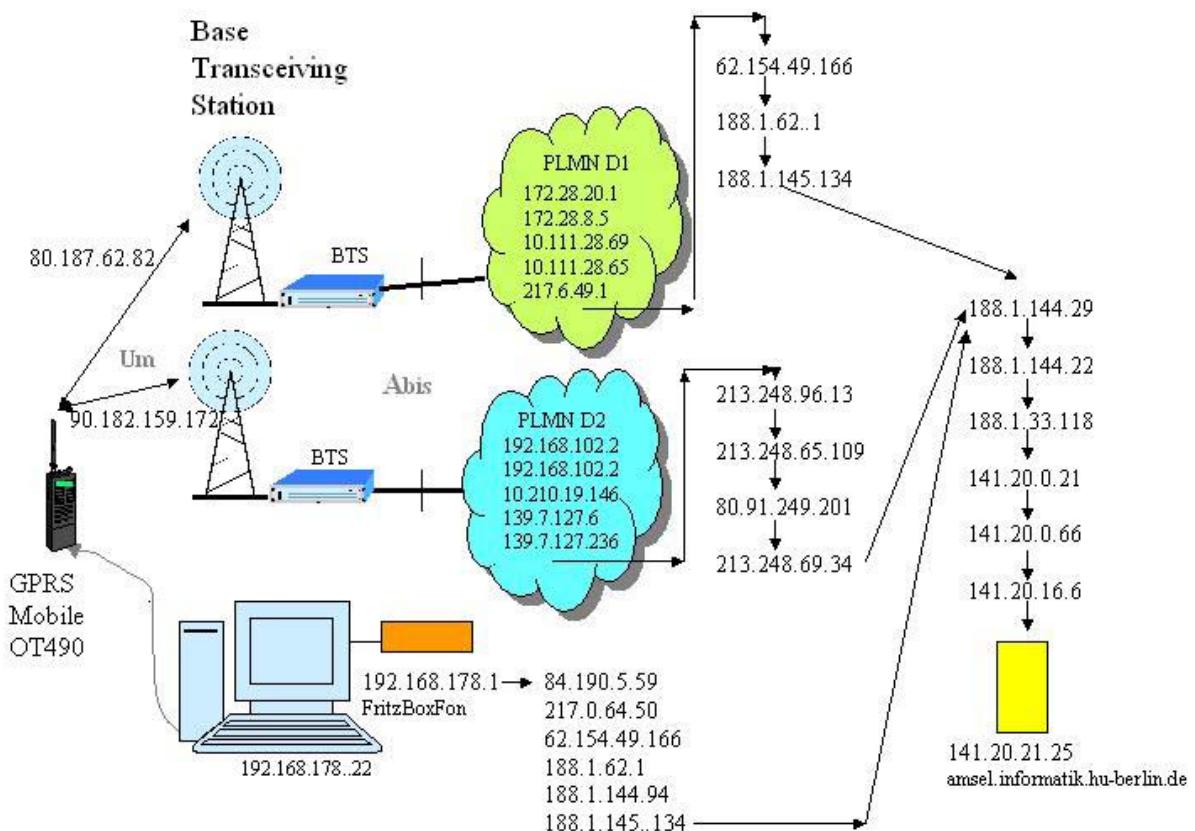


Bild17: Wege des Ping-Kommandos durch das Internet in Abhängigkeit vom Übertragungsweg

Mit dieser Betrachtung soll der kurze Rückblick über die Netzwerktechnik beendet werden. Nunmehr soll unser Hauptaugenmerk der Technologie gelten, mit der es möglich ist Datenpakete mit Hilfe des *General Packet Radio Service GPRS* über die Luftschnittstelle zu transportieren

2. Die Erweiterung des GSM-Netzes durch GPRS-Komponenten

Es wird vorausgesetzt dass der Leser Kenntnisse über die *GSM-Dm-Kanäle* und den Aufbau des GSM Netzes besitzt, wie sie in „Die GSM-Dm-Kanaele, ein Lehrbrief“ beschrieben sind. In Bild 18 ist dargestellt, durch welche Elemente das GSM-PLM ergänzt werden muss, damit wie unter Punkt 1 beschrieben wurde, Datenpakete übertragbar sin.

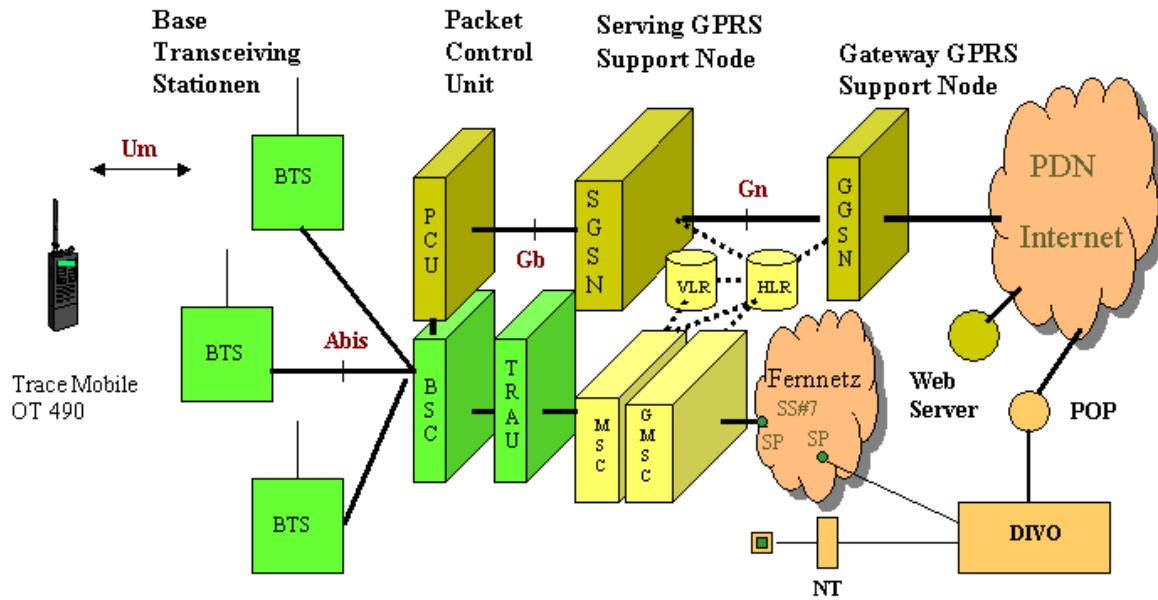


Bild 18: Blockschaltbild, des mit GPRS Komponenten erweiterten GSM-Netzes.

Die in Bild 18 eingezeichneten neuen Komponenten im GSM Netz sind,

- eine **Packet Control Unit** (PCU)
- ein **Serving GPRS Support Node** (SGSN)
- ein **Gateway GPRS Support Node** (GGSN)

Wie im Bild gezeigt ist, bleiben die BSS - Komponenten BTS, BSC und TRAU unverändert. Jedoch wird dem Base Station Controller BSC eine **Packet Control Unit** (PCU) zugeordnet. die die Paketdaten in PCU-Rahmen konvertiert. Die PCU-Rahmen gleichen im Format den TRAU-Rahmen (320 Bit/20ms).
Die PCU ist für das RR-Management im GPRS verantwortlich und benutzt dazu das *RLC/MAC* Protokoll.
Der **Serving GPRS Support Node** (SGSN) übernimmt die Vermittlung der Datenpakete und die Funktion des VLR.
Der **Gateway GPRS Support Node** (GGSN) ist der Router, der das Internet (oder das Paket Daten Netz) mit den PLMN verbindet und den Context (die IP-Nummer) zur Verfügung stellt.

2.1 Die Einführung von Radioblocks

Wie im Lehrbrief „Die GSM-Dm-Kanäle“ erklärt, werden immer 4 Bursts benötigt um einen Signalisations- oder Meldungsrahmen zu übertragen. Daher wird für GPRS der „Radioblock“ eingeführt. Das aus dem GSM bekannte Multiframeschema wird dazu durch einen 52iger Mehrfachrahmen ergänzt, der genau 240 ms dauert. (Bild19)

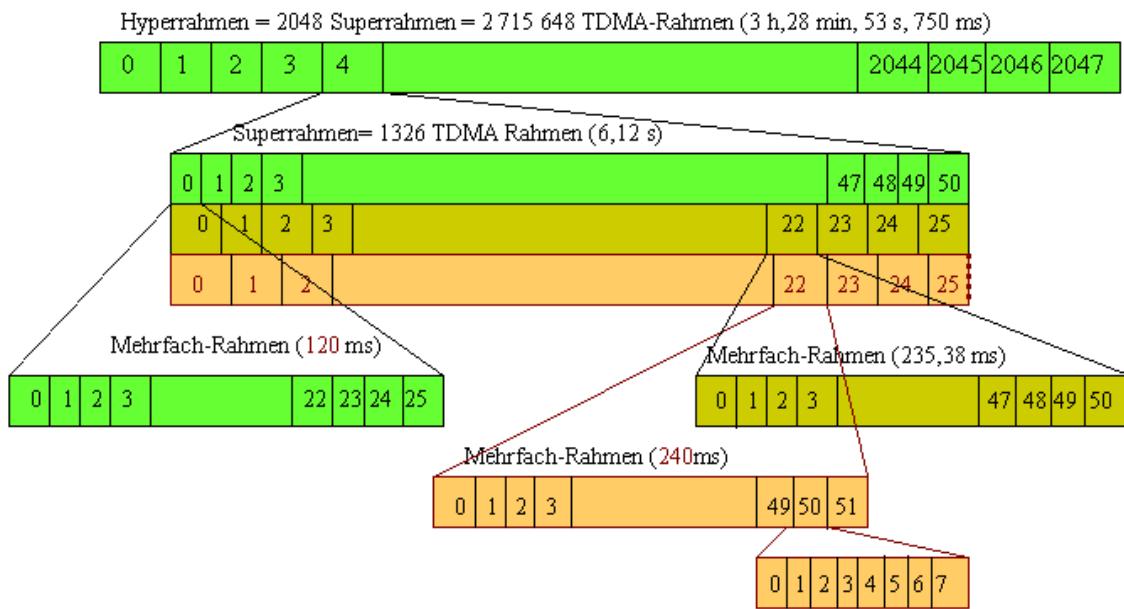


Bild 19: In die Rahmenhierarchie wird ein 52iger Multiframe eingefügt.

Damit ist es möglich die in Bild 20 gezeigten Radioblocks zu bilden.

Jeder Radioblock besteht aus 4 Bursts (in diesen 4 Bursts lässt sich genau ein RLC/MAC Block unterbringen). Die Zeitschlitz 12 und 38 sind für *Timing Advance* Kontrolle, die Zeitschlitz 25 und 51 für *Interferenz-Messungen* vorgesehen.

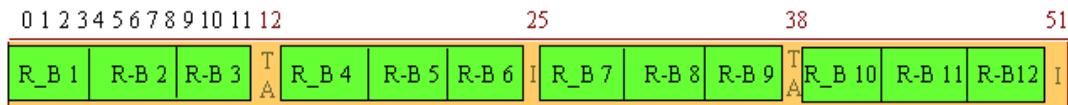


Bild 20 : Die Bildung von Radioblocks im 52iger Mehrfachrahmen

Wie im Lehrbrief über GSM-Signalisation erläutert, können auf einer Frequenz die 8 Zeitschlitz wahlweise mit einem 26iger oder einem 51iger Mehrfach-Rahmen belegt werden. Ist die Funkzelle GPRS-tüchtig kommt nunmehr noch der 52iger Rahmen dazu.

Im Beispiel Bild 21 ist nur der Zeitschlitz 1 mit einem 52iger (GPRS) Rahmen belegt und kann, wie aus Bild 20 hervorgeht, von maximal 12 Teilnehmern belegt werden. Alle übrigen sind GSM – Kanälen zugewiesen.

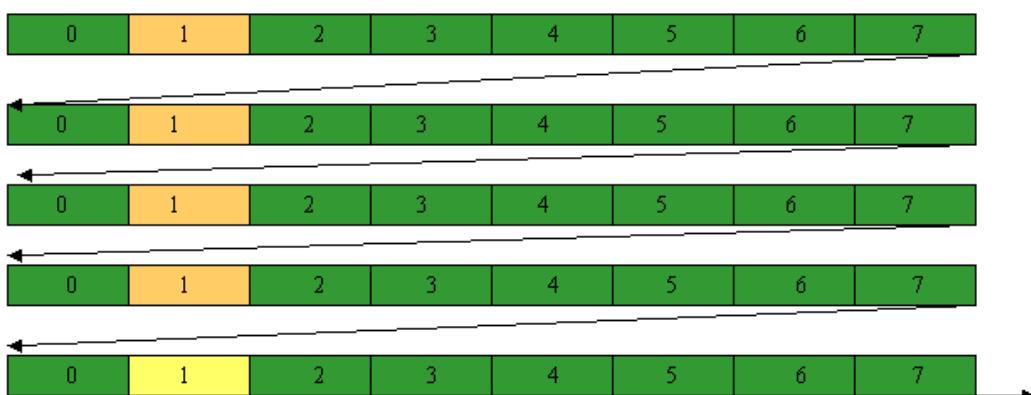


Bild 21: Der Zeitschlitz 1 ist mit einem 52iger Mehrfachrahmen belegt.

Die ockerfarbigen Zeitschlitzte in Bild 21 gehören zu einem der 12 Radioblocks. Der gelbe Zeitschlitz gehörte zu einem anderen Radioblock.

Es bedarf keiner zusätzlichen Beweise um einzusehen, dass ein größerer Datendurchsatz erreicht wird, wenn einem Mobile nicht nur ein Radioblock zugeteilt wird sonder nach Möglichkeit alle 12 . Eine weitere Erhöhung des Datendurchsatzes erreicht man, wenn dem Mobile mehrere Zeitschlitzte zugeordnet werden. Die Anzahl der zuordenbaren Zeitschlitzte ist in Klassen eingeteilt.

Klasse	Max. Anz. Empf.TS	Max. Anz. Send.TS	Summe Rx,Tx
1	1	1	2
2	2	1	3
3	2	2	3
4	3	1	4
5	2	2	4
6	3	2	4
7	3	3	4
8	4	1	5
9	3	2	5
10	4	2	5
.....			

Bild 22: Die Verschiedenen *Multislot-Classes* Auszug

Bild 22 ist ein Auszug aus Table B.1 der Vorschrift GSM 05.02. Der Auszug wurde auf Klasse 1 bis 10 beschränkt, da GPRS-Mobiles Klasse 10 zu Zeit *State of the Art* sind .

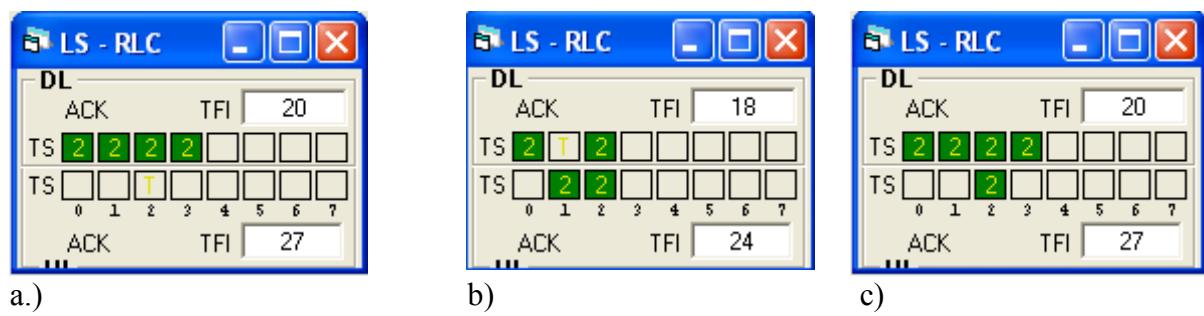


Bild 23: Belegung der Zeitschlitzte bei einer Internetverbindung mit einem OT 490

In einer bestehenden GPRS-Verbindung ändert sich während des Datenflusses die Zuordnung von Uplink- und Downlink- Zeitschlitzten dynamisch. Das Programm OTDrive4 gestattet es diese Zuordnung während einer Verbindung live darzustellen.
Die in Bild 23 gezeigten Zeitschlitzte gehören zu Bursts die mit CS-2 (siehe nächsten Abschnitt) belegt sind . Entsprechend Bild 22 ist die Summe der Zeitschlitzte Uplink und Downlink, wie in Bild 23 c) maximal 5.

2.2 Erhöhung des Datendurchsatzes durch Verringerung der Datensicherung

Wie aus der Abhandlung über die GSM-Dm-Kanäle bekannt ist beträgt beim *Circuit Switched Datatransfer CSD* die Übertragungsrate 9,6 kbit/sec. Das ist gegenüber einer Modemverbindung über das analoge Fernmeldenetz von 56 kbit/sec unangemessen wenig. Es muss daher untersucht werden welche Datenraten überhaupt mit dem GPRS Netz erreichbar sind.

2.2.1 Coding Sheme 1

Aus Bild 24 ist zu ersehen, dass für die Sicherheit der Übertragung beim Coding Sheme 1 ein recht großer Aufwand betrieben wird.

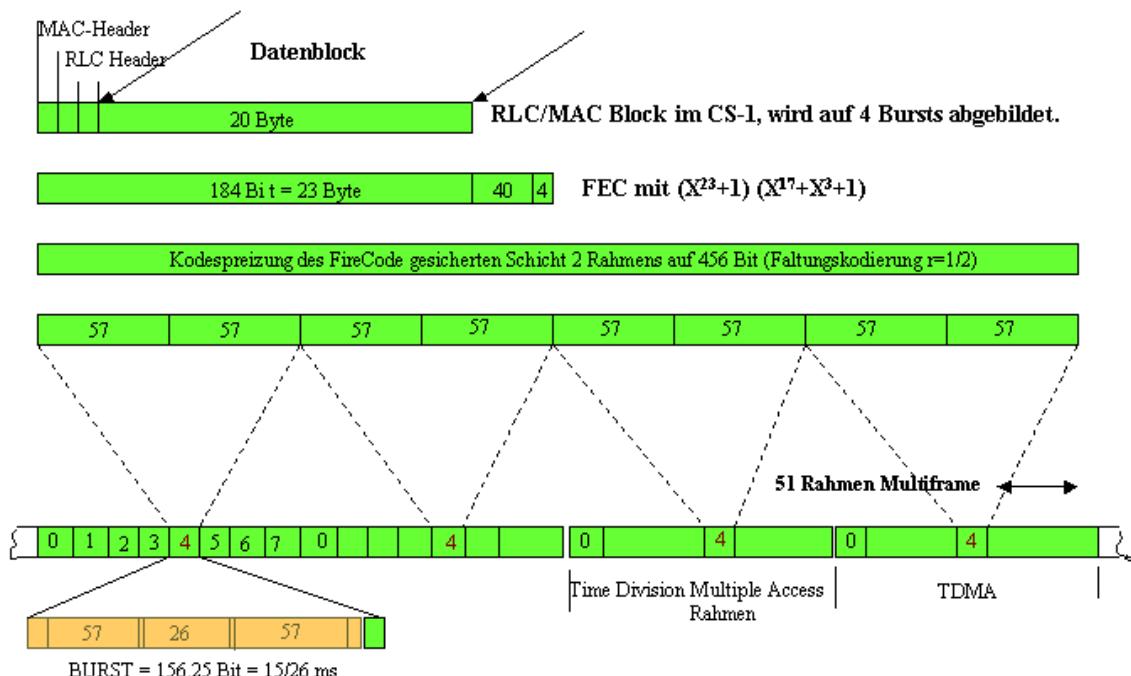


Bild 24: Beim Coding Sheme beträgt 1 die Netto Datenrate 8 kbit/s pro Zeitschlitz

Im Lehrbrief „Die GSM-Dm-Kanäle“ existiert ein Bild 24 das mit der oben stehenden Abbildung nahezu identisch ist. Beide unterscheiden sich nur durch den Header des Control- bzw. Datenblocks. Bei jenem die drei Oktette für SAPI, Ctrl. und Länge und hier die drei Oktette die den MAC-Header und den RLC-Header bilden. Der Aufbau von MAC- und RLC-Header wird später besprochen.

Wie im Vortrag über die GSM-Dm-Kanäle erklärt wurde, spielt die Vorwärtsfehlerkorrektur bei der Sprachübertragung eine entscheidende Rolle. Sprachproben müssen nämlich entweder sofort übertragen werden oder gar nicht. Bei der Übertragung von Datenpaketen ist es möglich fehlerhafte Pakete zu wiederholen. Daraus folgt, dass im GPRS Datenpakete durchaus mit einer schwächeren Fehlersicherung übertragen werden können, Pakete der Signalisation jedoch CS-1 kodiert sein sollten.

2.2.2 Coding Scheme 2

Zur Erhöhung des Datendurchsatzes wird die Länge des Datenblockes von 184 Bit auf 271 Bit erhöht. (24 Bit Header + 240 Bit RLC-Data Block + 7 Spare bits). Im MAC-Header eines jedem Downlink-Blocks befindet sich, wie weiter unten gezeigt wird, das sog. Uplink State Flag (USF), das für die Steuerung des Datenflusses von besonderer Bedeutung ist. Dieses 3 Bit lange USF-Flag wird daher bei der Kodierung auf 6Bit Länge verlängert..

An die Stelle des Fire-Codes (Bild 24) tritt, zum Zwecke der Fehlererkennung, der zyklischer Code $x^{16+x^{12+x^5+1}}$. Dem werden 4 Tail-Bits vom Wert 0 hinzugefügt, sodass ein Block der Länge 294 entsteht, Der Block wird durch $\frac{1}{2}$ Rate Convolutional Codierung auf eine Länge von 588 Bit verlängert. Durch gezielte Entnahme von Bits (puncturing nach GSM 05.03 §5.1.2.3) entsteht wieder ein Block von 456 Bit, der sich gemäß Bild24 genau auf 4 Bursts abbilden lässt.

Mit dieser Maßnahme wird die Netto Datenrate auf 12 kbit/s pro Zeitschlitz erhöht.

2.2.3 Coding Scheme 3

Zur weiteren Erhöhung des Datendurchsatzes wird die Länge des Datenblockes von 271 Bit auf 315 Bit erhöht. (24 Bit Header + 288 Bit RLC-Data Block + 3 Spare bits). Das 3 Bit lange USF-Flag wird wieder auf 6Bit Länge umkodiert.

An die Stelle des Fire-Codes tritt wie beim CS2 der zyklischer Code $x^{16+x^{12+x^5+1}}$. Dem werden 4 Tail-Bits vom Wert 0 hinzugefügt, sodass ein Block der Länge 338 entsteht, Der Block wird durch $\frac{1}{2}$ Rate Convolutional Codierung auf eine Länge von 676 Bit verlängert. Durch Puncturing entsteht wieder ein Block von 456 Bit, der sich genau auf 4 Bursts abbilden lässt.

Durch Wechsel der Codierung und die Punktierung ist der Fehlerschutz bei der Datenübertragung mit dem CS-3 wieder geringer als bei Anwendung von CS-2.

Mit dieser Maßnahme wird die Netto Datenrate auf 14,4 kbit/s pro Zeitschlitz erhöht.

2.2.4 Coding Scheme 4

Zur weiteren Erhöhung des Datendurchsatzes wird die Convolutionalcodierung im Paket gestrichen. Die einzige Redundanz besteht darin, dass das 3 Bit lange USF-Flags auf 12 Bit Länge umkodiert wird und dass an den Datenblock 16 Paritätsbits angehängt werden. Der Block überträgt damit 50 Oktetts Daten (das sind 400 Bits) und den RLC/MAC Header von 33 Bits. Letzterer enthält 12 Bits die aus 3 USF-Bits umkodiert wurden. Hinzugefügt werden 7 Spare Bits und 16 Paritätsbits. Damit entsteht ein Block von 456 Bit Länge der auf 4 Bursts, d.h. einen Radioblock abgebildet wird. Der Durchsatz pro Zeitschlitz beträgt damit 20 kBit/sec.

2.2.5 Schlussfolgerungen

Gemäß Bild 22 können bei einem Mobile mit der Multislotklasse 10 (z.B. OT490) im Downlink 4 Zeitschlüsse zugeordnet werden. In Bild 23a ist dargestellt, dass dabei das CS 2 eingesetzt wird. Die Übertragungsrate beträgt dann im Downlink $4 \times 12 \text{ kBit/sec} = 48 \text{ kBit/sec}$.

Würde das Coding Scheme 4 verwendet werden, könnte sogar eine Übertragungsrate von 80 kBit/sec erreicht werden. Das setzt aber einen nahezu störungsfreien Empfang voraus. Bei einer Fehlerrate von 0,14 % müssten jedoch sehr viele Blöcke wiederholt werden, wodurch die effektive Übertragungsrate drastisch sinken würde. PCU und BSC würden daraufhin das CS herunterschalten, z.B. auf das im Bild 23 dargestellte CS2.

Im Lehrbrief „Die GSM-Dm-Kanäle“ Bild 19 ist der Aufbau der verschiedenen Bursts im GSM/GPRS beschrieben. Der Normalburst enthält dabei 2 Steeling-Flags, die (auf 1 gesetzt) im GSM anzeigen, dass der für den Transportkanal reservierte Burst kurzzeitig für Signalierungs-zwecke „entwendet“ wird. Im GPRS dienen die Steeling-Flags zur

Kennzeichnung des Coding Schemes. In den 4 Bursts eines Radioblocks sind die Steeling-Flags wie in Bild 25 gezeigt kodiert.

-----1---1-----	-----1---1-----	-----0---0-----	-----0---0-----
-----1---1-----	-----0---0-----	-----1---0-----	-----0---1-----
-----1---1-----	-----1---0-----	-----0---0-----	-----0---1-----
-----1---1-----	-----0---0-----	-----0---1-----	-----1---0-----
CS1	CS2	CS3	CS4

Bild 25: Codierung der Steeling-Flags im Radioblock zur anzeigen des Coding Schemes

Man beachte, dass sich die Codierungen zur Minimierung der Verwechslungsgefahr, in mindestens 65 Positionen unterscheiden.

2.3 Die MAC-Header in Control Blöcken

Steuerungsinformationen sind sehr empfindlich gegen Störungen. Dadurch wird zu deren Versand stets das Coding Scheme 1 eingesetzt. In Bild 24 sind MAC- und RLC-Header markiert. Für Control-Blöcke gilt der nachstehend beschriebene Aufbau.

2.3.1 Der Header der Uplink-Control-Blöcke

Die Control-Blöcke enthalten lediglich einen MAC-Header, der für Uplink und Downlink unterschiedlich aufgebaut ist

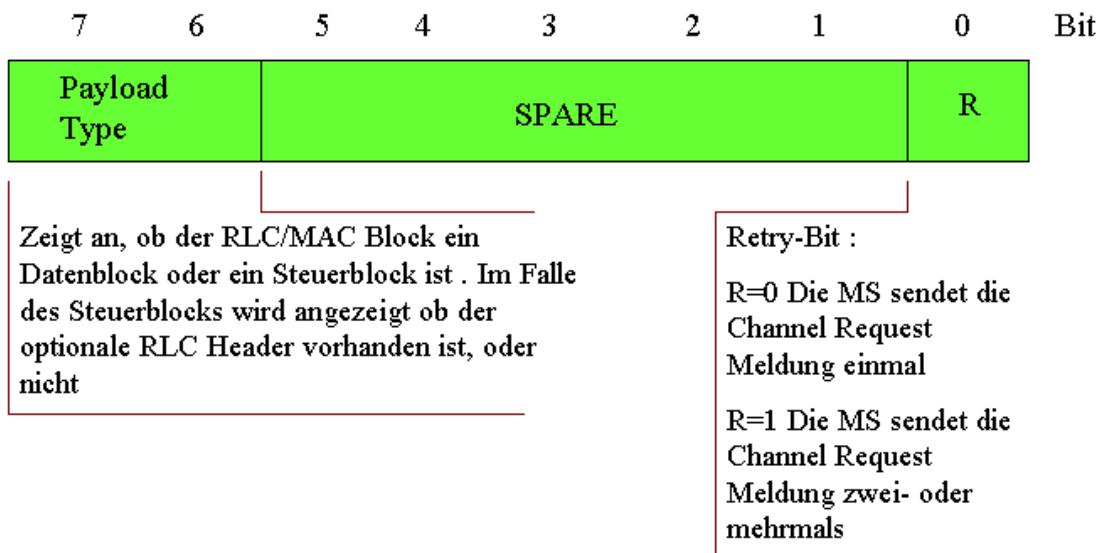


Bild 26: Aufbau des MAC-Headers/UL eines RLC/MAC Control-Blocks

In einem mit dem Mobile OT490 aufgenommenen Trace sieht ein MAC-Header so aus wie in Bild 27 dargestellt.

```

_____ [ 102 ] ____ [ 54855 ] ____ [ UP ] ____ [ RLC ] _____
40 0f 64 df 0c c5 2b 2b
2b 2b 2b

: Begin MAC Header
40 01----- Payload Type : RLC/MAC block contr. an RLC/MAC contrl. block, without opt. octets
--00000- Spare
-----0 Retry Bit: MS sent channel request message once
: End MAC Header

```

Bild 27: Trace des MAC-Headers/UL eines RLC/MAC Control-Blocks

2.3.2 Der Header der Downlink-Control-Blöcke

Der Header der Downlink-Control-Blöcke enthält das Uplink State Flag, das wie in Abschnitt 2.2 beschrieben bei der Übertragung besonders gesichert wird.

								Bit
7	6	5	4	3	2	1	0	
Payload Type	RRBP	S/P		Uplink State Flag				
Zeigt an, ob der RLC/MAC Block ein Datenblock oder ein Steuerblock ist. Im Falle des Steuerblocks wird angezeigt ob der optionale RLC Header vorhanden ist, oder nicht				Das USF wird in allen DL RLC/MAC Blocks gesendet und dient der dynamischen Zuweisung von UPLINK Ressourcen				
				Zeigt an ob das RRBP Feld gültig ist oder nicht				
				Der RRBP Wert spezifiziert einen einzelnen Uplinkblock in dem die MS entweder eine PACKET CONTROL ACKNOWLEDGEMENT Meldung oder einen PACCH Block zum Netz senden kann.				

Bild 28: Aufbau des MAC-Headers/DL eines RLC/MAC Control-Blocks

Der Packet Associated Control Channel besitzt, im Gegensatz zum SACCH im GSM, keine eigenen Ressourcen. Wie im Zusammenhang mit Bild 36 erklärt wird, zeigt das RRBP Feld an (Bild 29) wenn ein PACCH Block zum Netz gesandt werden kann. Das S/P Feld bestätigt die Gültigkeit der Angabe.

```

_____ [ 220 ] ____ [ 54348 ] ____ [ DOWN ] ____ [ RLC ] _____
43 24 0e 51 3f ff ff ff ff ff ff ff ff c1 0b 2b 2b 2b 2b 2b 2b
2b 2b 2b

: Begin MAC Header
43 01----- Payload Type : RLC/MAC block cont. an RLC/MAC contrl. block, without opt.
octets
--00---- Uplink block with TDMA framenumber = (N+13) mod 2715648
----0--- Suppl/Polling Bit : RRBP field is not valid
-----011 Uplink state flag : USF = 3
: End MAC Header

```

Bild 29: Trace des MAC-Headers/DL eines RLC/MAC Control-Blocks

2.4 Aufbau der RLC/MAC-Header der Daten-Blöcke

Datenblöcke besitzen sowohl MAC als auch RLC-Header. Die Bedeutung der Feld-Inhalte werden im Zusammenhang mit der Datenfluss-Steuerung beschrieben

2.4.1 Der Header der Uplink-Daten-Blöcke

8	7	6	5	4	3	2	1	Bit
					Countdown Value	SI	Retry	
spare	PI				Temporary Flow Identity TFI		TI	
					Block Sequence Number BSN		E	

Payload Type: 00 Der RLC/Mac Block enthält einen Datenblock

Countdown Value: Die MS teilt mit, wie viele Blöcke im TBF noch zu senden sind

SI: Die MS setzt den Stall Indicator UL in allen RLC-Daten-Blocks gleich Null

Retry: =0 Die MS sendet die Channel Request Meldung einmal, =1 mehrmals

PI: Packet Flow Indicator PFI, 0 = nicht vorhanden, 1 = vorhanden

TFI: gibt an zu welchem Temporären Blockfluss das Paket gehört

TI: 0 = es ist kein, 1 = es ein TLLI- Feld im RLC Daten-Block vorhanden

BSN: absolute Blocksequenznummer Modulo 128

E: 1 = es folgt keine, 0 = es folgt eine Header Erweiterung

Bild 30: Aufbau des Headers eines Uplink Datenblocks.

Mit dem Trace-Mobile OT490 können zwar keine Datenblöcke aufgezeichnet werden, jedoch ist es möglich die Header aller Datenblöcke zu registrieren. Dadurch lässt sich der Datenfluss rekonstruieren.

```

: Header 2
  00000001  UL Data Block header
  00000100  Time Offset = 4
: Header Content
  00  Payload type
  0010  Countdown value = 0
  0  MS RLC transmit window is not stalled
: Retry bit
  0  MS sent channel request message once
  0  reserved
  0  PFI field is not present
: TFI
  10001  Temporary Flow Identity (TFI) field = 17
: TI
  0  TLLI/G-RNTI field is not present
: BSN
  1110000  Block Sequence Number (BSN) field = 112
: E
  0  Extension octet follows immediately

```

Bild 31: Aufgezeichneter RLC/MAC-Header eines Datenblocks

2.4.2 Der Header der Downlink-Daten-Blöcke

Bit							
8	7	6	5	4	3	2	1
Payload Type	RRBP	S/P	Uplink State Flag	USF			
PR	Temporary Flow Identity TFI			FBI			
Block Sequence Number BSN				E			

Payload Type: 00 Der RLC/Mac Block enthält einen Datenblock

RRBP: Die MS hat im spezifizierten UL Radioblock einen PACCH Bock zu senden

S/P: Zeigt an ob das Relative Reserved Block Period Feld gültig ist oder nicht

USF: Gibt den Nutzer des nächsten UL Radioblocks auf dem gleichen Zeitschlitz an

PR: Leistungsminderung des gesendeten Blocks gegenüber dem BCCH Pegel

TFI: gibt an zu welchem Temporären Blockfluss das Paket gehört

FBI: Final Block Indicator: 1 = letzter, 0 = nicht letzter Datenblock im TBF

BSN: absolute Blocksequenznummer Modulo 128

E: =1 es folgt keine, =0 es folgt eine Header Erweiterung

Bild 32: Aufbau des Headers eines Downlink - Datenblocks.

Wie im MAC-Header des Control-Blocks ist auch im MAC – Header des Datenblocks das durch Redundanz gut geschützte Uplink State Flag enthalten.

Ein mit dem Trace-Mobile aufgezeichneter Downlink-Datenblock Header ist in Bild 33 dargestellt.

```

: Header 3
  00000000  DL Data Block header
  00000100  Time Offset = 4
: Header Content
  00  RLC/MAC block contains an RLC data block
  00  Relative Reserved Block Period field TDMA frame number = (N+13) mod 2715648
: Supplementary/Polling (S/P) Bit
  1   RRBP field is valid
  001  Uplink state flag (USF) field = 1
: Power Reduction (PR) field
  00  0 dB (included) to 3 dB (excluded) less than BCCH level- P0
: TFI
  00010  Temporary Flow Identity (TFI) field = 2
: FBI Bit
  0  Current block is not last RLC data block in TBF
: Block Sequence Number (BSN) field
  0000001  0 mod 2048
  0  Extension octet follows immediately

```

Bild 33: Aufgezeichneter RLC/MAC-Header eines DL-Datenblocks

In den Headern der Bildern 26 bis 33 sind eine Reihe von Feldern aufgeführt (TFI, RRBP, USF, BSN, ...) die im Zusammenhang mit dem Mechanismus der Paketübertragung im Abschnitt 4 weiter erklärt werden. Der interessierte Leser sei auch auf die ETSI Recommendation 3GPP TS 44.060 Abschnitt 10.4 verwiesen.

2.5 Die Steuer- und Paketdaten-Kanäle

In Bild 34 ist sind die vom SAGEM OTDrive 4 dargestellten, vom Mobile OT490 nach dem Einschalten aufgenommen Layer Messages dargestellt. Anhand dieses Bildes soll zunächst nur erklärt werden, welche Kanäle im GPRS vom Netz organisiert werden.

13485	0x00 - RadioRessource		Down RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 2	06 1A 10 00 00 00 02 10 00 00 00 00 00 48 20 95 00 00 08 A
13536	0x03 - LAPD-m	BCCH	Down (RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 3)	49 06 1B AA B2 62 F2 10 31 04 D8 04 3C 55 65 04 A5 00 00
13536	0x00 - RadioRessource		Down RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 3	06 1B AA B2 62 F2 10 31 04 D8 04 3C 55 65 04 A5 00 00 3E
13585	0x03 - LAPD-m	BCCH	Down (RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 3)	49 06 1B 76 2B 62 F2 10 31 04 D8 04 3C 55 65 04 A5 00 00
13585	0x00 - RadioRessource		Down RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 3	06 1B 76 2B 62 F2 10 31 04 D8 04 3C 55 65 04 A5 00 00 3E
13621	0x03 - LAPD-m	PCH	Down (RR : PAGING REQUEST TYPE 1)	15 06 21 00 01 00 2B 2
13621	0x00 - RadioRessource		Down RR : PAGING REQUEST TYPE 1	06 21 00 01 00 2B 2
13638	0x03 - LAPD-m	BCCH	Down (RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 13)	01 06 00 F2 AA 02 74 02 C0 FB 26 50 94 18 02 8C 36 AB 2E
13638	0x00 - RadioRessource		Down RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 13	06 00 F2 AA 02 74 02 C0 FB 26 50 94 18 02 8C 36 AB 2B 2E
13638	0x02 - NAS		Up GMM : ATTACH REQUEST	08 01 02 F5 80 13 08 03 05 F4 F2 8E C3 2E 62 F2 10 31 04
13647	0x03 - LAPD-m	RACH	Up RR CHANNEL REQUEST	7A
13658	0x03 - LAPD-m	CCCH	Down (RR : PAGING REQUEST TYPE 1)	15 06 21 00 01 00 2B 2
13689	0x03 - LAPD-m	BCCH	Down (RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 2quater)	01 06 07 A0 00 25 54 A8 F9 74 05 5E 0B 2B 2B 2B 2B 2B 2
13689	0x00 - RadioRessource		Down RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 2quater	06 07 A0 00 25 54 A8 F9 74 05 5E 0B 2B 2B 2B 2B 2B 2
13709	0x03 - LAPD-m	CCCH	Down (RR : PAGING REQUEST TYPE 1)	15 06 21 00 01 00 2B 2
13733	0x00 - RadioRessource		Down RR : PAGING REQUEST TYPE 1	06 21 00 01 00 2B 2
13740	0x03 - LAPD-m	BCCH	Down (RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 3)	49 06 1B AA B2 62 F2 10 31 04 D8 04 3C 55 65 04 A5 00 00
13740	0x00 - RadioRessource		Down RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 3	06 1B AA B2 62 F2 10 31 04 D8 04 3C 55 65 04 A5 00 00 3E
13744	0x03 - LAPD-m	CCCH	Down (RR : IMMEDIATE ASSIGNMENT)	2D 06 3F 10 09 48 05 7A 21 D4 02 00 C8 80 28 03 63 2B 2B
13744	0x00 - RadioRessource		Down RR : IMMEDIATE ASSIGNMENT	06 3F 10 09 48 05 7A 21 D4 02 00 C8 80 28 03 63 2B 2B 2
13745	0x06 - LLC		Up LLC control frame	01 C0 01 08 01 02 F5 80 13 08 03 05 F4 F2 8E C3 2E 62 F2
13790	0x01 - Rlc Control		Down PACKET UPLINK ACK/NACK	40 24 04 40 00 00 00 00 00 00 00 76 51 D8 65 C1 0B 2B
13799	0x01 - Rlc Control		Down PACKET UPLINK ACK/NACK	46 24 04 40 80 00 00 00 00 00 00 00 F6 51 D8 65 C1 0B 2B
13812	0x01 - Rlc Control		Down PACKET UPLINK ACK/NACK	46 24 04 40 C0 00 00 00 00 00 00 00 01 F6 51 D8 65 C1 0B 2B
13816	0x01 - Rlc Control		Down PACKET TIMESLOT RECONFIGURE	4E 1C 04 58 14 04 54 40 52 07 50 10 80 00 2B 2B 2B 2B 2B 2
13825	0x01 - Rlc Control		Up ACCESS BURST	7F
13841	0x01 - Rlc Control		Up PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0E CA 3B 0C B9 2B 2
13841	0x01 - Rlc Control		Down PACKET UPLINK ACK/NACK	40 24 10 40 C0 00 00 00 00 00 00 01 F6 51 D8 65 C1 0B 2B
13845	0x01 - Rlc Control		Up PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0E CA 3B 0C B9 2B 2
13845	0x06 - LLC		Down LLC control frame	41 C0 91 08 12 11 90

Bild 34: Einschalten eines GPRS-Mobiles (gekürzt)

Man erkennt (weißer Hintergrund) die aus dem GSM bekannten Steuerkanäle (siehe auch Bild 35). Als Transportkanäle werden im GPRS Paket-Daten-Kanäle eingesetzt. Die für das GPRS definierten *Packet Data Traffic Channels* zeigt Bild 36. Es sind auch *Packet Data Control Channels* definiert, jedoch hat sich in der Mobilfunk-Praxis ein gesunder Pragmatismus durchgesetzt. Es wird nämlich in der Netzarchitektur nur das geändert, was technisch unbedingt erforderlich ist. (Das Signalisationssystem ist ohnehin schon kompliziert genug). Wie im Lehrbrief über die GSM-Dm-Kanäle beschrieben, findet beim Einschalten eines GPRS-tauglichen Mobiles das Suchen und Einbuchen des Mobiles bei der nächsten BTS über den FCCH und den SCH statt. Über den Broadcast Control Channel liest das Mobile sodann die Systemnachrichten. Die Anmeldung im Paketnetz erfolgt mit dem (weiter unten erklärten) Kommando ATTACH REQUEST.

Richtung	Kanal	Bezeichnung
MS ← BS	FCCH	Frequency Correction Channel
MS ← BS	SCH	Synchronisation Channel
MS ← BS	BCCH	Broadcast Control Channel
MS ← BS	PAGCH	Paging und Access Grant Channel
MS → BS	RACH	Random Access Channel

Bild 35: Die Steuerkanäle im GSM die auch im Deutschen GPRS-Netz verwendet

Zum Ausführen dieses Kommandos muss das Mobile über den RACH ein CHANNEL REQUEST auslösen, das vom Netz mit IMMEDIATE ASSIGNMENT quittiert wird.

Mit dem letztgenannten Kommando wird dem Mobile ein Paket-Kanal zugewiesen

Richtung	Kanal	Bezeichnung
MS ↔ BS	PACCH	Packet Associated Control Channel
MS ← BS	PDTCH	Packet Data Traffic Channel
MS → BS	PDTCH	Packet Data Traffic Channel
MS → BS	PTCCH	Packet Timing Advance Control Channel
MS ← BS	PTCCH	Packet Timing Advance Control Channel

Bild 36: Die im Deutschen Mobilfunknetz verwendeten Paketdaten- und Steuerkanäle im GPRS

Wie erwähnt werden Packet Broadcast Control Channel, Packet Paging Channel, Packet Access Grant Channel und Packet Random Access Channel von den Operatoren nicht benutzt (in Bild 36, ausgeblendet) sondern nur die Packet Data Traffic Channels uplink oder downlink und der dazugehörigen Packet Associated Data Control Channels.

Während ein PDTCH downlink z.B. in der Meldung IMMEDIATE ASSIGNMENT als Temporary Blockflow zugewiesen wird (Abschnitt 4), bedarf es bei Zuweisung eines PACCH besonderer Mechanismen.

Es wird das in den Bildern 28 und 32 eingezeichnete *Relative Reserved Block Period RRPB* Feld benutzt, um einen PACCH zuzuweisen. Im Trace des MAC-Headers eines DL Controlblocks (Bild 29) ist das die TDMA FrameNumber = $(N+13) \bmod 2715648$. Hierbei ist N die Nummer des ersten TDMA Rahmens der das RRPB-Feld enthält.

3. Die Anmeldung des Mobiles im Netz

3.1 Die Systeminformation Type 13

Wie im Lehrbrief „Die GSM-Dm-Kanäle“ ausführlich erläutert, liest das Mobile nach dem Einschalten die auf dem BCCH ausgestrahlten System Informationen. Ist die Zelle GPRS – tüchtig, so wird die SYSTEM INFORMATION TYPE 13 ausgestrahlt. Die Unterstützung von GPRS durch die Zelle wird außerdem in den System Informationen 3 und 4 angezeigt

```
____ [ 439 ]____ [ 13638 ]____ [ DOWN ]____ [ RR ]_____
06 00 f2 aa 02 74 02 c0 fb 26 50 94 18 02 8c 36 ab 2b 2b 2b
2b 2b

06 0----- direction from : originating site
-000---- TransactionID : 0
---0110 Protocol Discrim. : radio resource management messages

00 0000000 MESSAGE TYPE : SYSTEM INFORMATION TYPE 13

1----- SI 13 Restoctet : present
-111---- BCCH_CHANGE_MARK : 7
---0010 SI_CHANGE_FIELD : Update of unspecified SI2 messages
    1 SI13_CHANGE_MARK = present
    01 SI13_CHANGE_MARK : 1

: GPRS Mobile Allocation IE
  010100 HSN (hopping sequence number) = 20
    0 RFL number list structruct = not present
    0 MA_Length and Bitmap = present
  000100 BITMAP_LENGTH : 4+1
    BITMAP : 11101

: End GPRS Mobile Allocation
  0 PBCCH not present in Cell
  00000001 RAC (Routing Area Code) = 1
    0 SPGC_CCCH_SUP : SPLIT_PG_CYCLE not supported on CCCH

: Priority access
  110 packet access is allowed for priority level 1 to 4;

: Network Control Order
  00 NETWORK_CONTR. ORDER: MS controlled cell re-selection, no measurement reporting.

: GPRS CELL OPTIONS IE
  00 NMO Network Mode of Operation I : PCH available, PPCH optional, Gs If avail.
  011 T3168 : (3+1)x500 ms
  111---- T3192 : 200msec
  ---011-- DRXTIMER_MAX
  -----0- ACCESS_BURST_TYPE : Use 8 bit access burst
  -----0 default format is four access bursts
    1001 BS_CV_MAX : Countdown Value = 9
      1 PAN description = present
    001 PAN_DEC = 1
    010 PAN_INC = 2
    000 PAN_MAX : Max value for counter N3102= 0
      1 SI13extension
  001010 length of extension = 10+1

: Extension Information
  - R99 extension
    0 EGPRS not supported by the cell
  -- PFC_FEATURE_MODE
    0 The network does not support packet flow context procedures.
  -- DTM_SUPPORT
    0 The cell does not support DTM procedures.
  -- BSS_PAGING_COORDINATION
    0 The cell does not support Circuit-Switched paging coordination
  -REL 4 extension
  -- CCN_ACTIVE
    1 CCN is enabled in the cell.
  -- NW_EXT_UTBF
    1 The extended uplink TBF mode is supported by the network.

: End GPRS Cell Options

: GPRS Power Control Param structure
  0000 ALPHA = 0 x 0,1
  00000 T_AVG_W = 0
  10100 T_AVG_T = 20
    0 PC_MEAS_CHAN : Downlink Measurement shall be made on BCCH
    1100 N_AVG_I : 2 exp (12/2)
: End GPRS Power Control Param structure
```

Bild 37: Die Meldung SYSTEMINFORMATION TYPE 13

Von den zahlreichen Eintragungen in dieser Meldung sollen nur auf die fett markierten hingewiesen werden.

0 PBCCH not present in Cell

Wie oben erklärt gibt es keinen Packet Broadcast Control Channel, die System Informationen werden auf dem BCCH übertragen.

00000001 RAC (Routing Area Code) = 1

Neben dem „Local Area Code“ gibt es den „Routing Area Code“. Dieser kennzeichnet einen GPRS-fähigen Teil einer Location Area.. Siehe Bild 38.

0 EGPRS not supported by the cell

Die Zelle unterstützt kein EGPRS

0 PC_MEAS_CHAN : Downlink Measurement shall be made on BCCH

Die Messung der Bitfehlerrate wird auf Broadcast Control Channel durchgeführt.

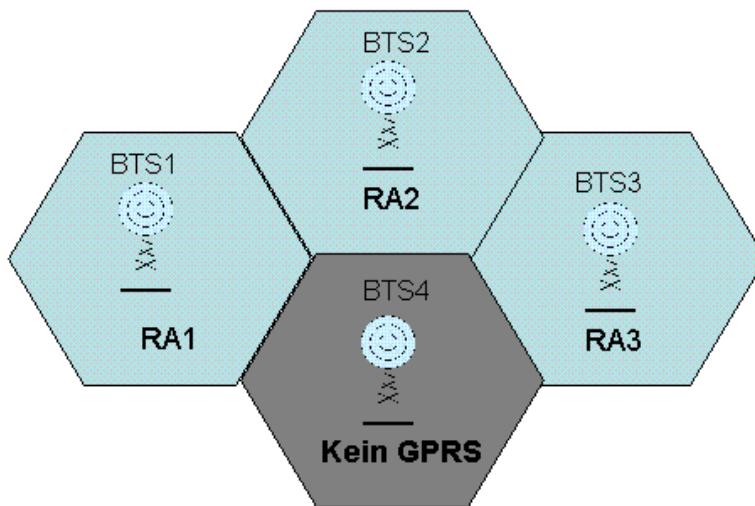


Bild 38: Eine Location Area bestehend aus 4 BTS, wovon eine nicht GPRS-tüchtig ist

Nach Lesen der SYSTEM INFORMATION TYPE 13 weiß das Mobile, dass es sich beim Netz (siehe Bild 34) mit einem ATTACH REQUEST anmelden muss.

3.2 Die Meldung GMM ATTACH REQUEST

Mit der Meldung *GMM ATTACH REQUEST* meldet sich das Mobile am Netz an und teilt gleichzeitig dem Netz seine technischen Eigenschaften mit (siehe Bild 39)

_____ [438]____[13638]____[UP]____[NAS]_____

```

08 01 02 f5 80 13 08 03 05 f4 f2 8e c3 2e 62 f2 10 31 04 01
0d 16 d3 82 2a 9d 85 46 42 4c a9 43 21 00

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

01 00000001 MESSAGE TYPE      : ATTACH REQUEST

: Network Capability

02 00000010 Lgth Netw. Capabil. : 2
f5 1----- GPRS encryption algor GEA/1 available
-1----- pp SMS via dedicated sign. channels MS supports mobile terminated
--1----- pp SMS via GPRS packet data channels. MS supports mobile terminated
---1---- the ME has no preference for the default alphabet over UCS2
----01-- Suppl.Serv. Screening Indicator capability of handling of ellipsis notation and
phase 2 error handling
-----0- The ME does not support SoLSA
-----1 Revision level indicator
80 1----- Mobile station does support BSS packet flow procedures
-0----- Encryption algorithm GEA/2 not available
--0----- Encryption algorithm GEA/3 not available
---0----- Encryption algorithm GEA/4 not available
----0--- Encryption algorithm GEA/5 not available
-----0- Encryption algorithm GEA/6 not available
-----0- Encryption algorithm GEA/7 not available
-----0 location request notification via PS domain not supported
: Attach Type & Ciphering key sequence number
13 ----0--- spare bit          : 0
-----011 Attach Type         : Combined GPRS/IMSI attach
0----- spare             : 0
-001---- Cipher.key seq.num.: 1

: DRX Parameter
08 00001000 Split PG Cycle Code : 8, see Table 10.5.139/GSM 04.08: DRX parameter information
element
03 0000---- spare bits        : 0
----0--- Split On CCCH        : not supported by MS
-----011 max. 4 sec non-DRX mode after transfer state

: Mobile Identity
05 00000101 length of Mob.ident.: 5
f4 1111---- Identity Digit 1 : 95
---0--- No. of ID digits     : even
----100 Type of identity    : TMSI/P-TMSI
f2 1111---- Identity Digit 2 : 15
---0010 Identity Digit 3   : 2
8e 1000---- Identity Digit 4 : 8
----1110 Identity Digit 5 : 14
c3 1100---- Identity Digit 6 : 12
----0011 Identity Digit 7 : 3
2e 0010---- Identity Digit 8 : 2
----1110 Identity Digit 9 : 14
: Old Routing Area Identification
62 ----0010 MCC digit 1     : 2
0110---- MCC digit 2     : 6
f2 ----0010 MCC digit 3     : 2
1111---- MNC digit 3     : 15
10 ----0000 MNC digit 1     : 0
0001---- MNC digit 2     : 1
31 00110001 Location area code : take hex-value
04 00000100 cont'd LAC      : take hex-value
01 00000001 Routing Area Code : take hex-value

: MS Radio Access capability IE
0d 00001101 length           : 13
: MS RA capability value part struct
: Access Technology Type
0001 GSME -- note that GSM E covers GSM P
: Access capabilities struct
0110110 length in bits of Content and spare bits = 54
: Access capabilities: Content
100 RF power capability : 4
    1 A5 bits Present
    1----- encryption algor A5/1 available
-1----- encryption algor A5/2 available
--0---- encryption algor A5/3 not available
---0--- encryption algor A5/4 not available
----0--- encryption algor A5/5 not available
-----0- encryption algor A5/6 not availabl
-----0 encryption algor A5/7 not availabl
    1--- "controlled early Classmark Sending" option is implemented
    -0-- Pseudo Synchronisation capability not present
    --0- no Voice Group Call Service capability or no notifications wanted
    ---0 no Voice Broadcast Service capability or no notifications wanted
: Multislot capability
    1 Multislot capability present

```

```

0 HSCSD multislot class: not present
1 GPRS multislot class present
: GPRS multislot class
:   Slots Rx Tx Sum (max number)
01010 4 2 5
    0 Extended Dynamic Allocation Capability for GPRS is not implemented
    1 Switch-Measure-Switch and Switch-Measure present

: SMS = time needed for the mobile station to switch from one radio channel to another,
: perform a neighbor cell power measurement, and the switch from that radio channel to another
radio channel.
    1101 Switch-Measure-Switch =(13+1)x1/4 timeslot (x ~144 microseconds)
: The SM field indicates the time needed for the mobile station to switch from one radio
channel to another and
: perform a neighbor cell power measurement.
    1000 Switch-Measure =(8+1)x1/4 timeslot (x ~144 microseconds)
: Additions in release 99
    0 ECSD multislot class not present
    1 EGPRSmultiSlotClass
01010 Class = 10 see TS 45.002
: EGPRS Extended Dynamic Allocation Capability
    0 Extended Dynamic Allocation Capability for GPRS is not implemented
    0 DTM GPRS multislot class not present
: Additions in Release 99
    1 8 PSK Power Capability present
    10 Power class E2
    0 COMPACT Interference Measurement Capability is not implemented
    1 The ME is Release "99 onwards
    0 UMTS FDD not supported
    0 UMTS 3.84 Mcps TDD not supported
    0 CDMA 2000 not supported
: Additions in Release 4
    0 UMTS 1.28 Mcps TDD not supported
    1 GERAN feature package 1 supported.
    0 Extended DTM GPRS Multi Slot Class not present
    0 Modulation based multislot class not supported
: End of one Access Capability
    1 more RA capability
: MS Radio Access capability IE
: MS RA capability value part struct
: Access Technology Type
    0011 GSM 1800
: Access capabilities struct
    0010101 length in bits of Content and spare bits = 21
: Access capabilities: Content
    001 RF power capability : 1
    0 A5 bits not present
    1--- "controlled early Classmark Sending" option is implemented
    -0- Pseudo Synchronisation capability not present
    --0- no Voice Group Call Service capability or no notifications wanted
    ---0 no Voice Broadcast Service capability or no notifications wanted
    0 Multislot capability not present

: Additions in Release 99
    1 8 PSK Power Capability present
    10 Power class E2
    0 COMPACT Interference Measurement Capability is not implemented
    1 The ME is Release "99 onwards
    0 UMTS FDD not supported
    0 UMTS 3.84 Mcps TDD not supported
    0 CDMA 2000 not supported
: Additions in Release 4
    0 UMTS 1.28 Mcps TDD not supported
    1 GERAN feature package 1 supported.
    0 "Modulation based multislot class" not supported

```

Bild 39: Inhalt einer Meldung GMM ATTACH REQUEST

Die fett hervorgehoben Begriffe werden im folgenden kurz erklärt:

: Network Capability

Es wird vor allem angezeigt, dass der GPRS Encryption Algorithmus GEA/1 zur Verfügung steht. Bei diesem Encryption Algorithmus wird jeweils ein LLC Rahmen verschlüsselt. Diese Verschlüsselung reicht vom Mobile bis zum Serving GPRS Support Node SGSN (Bild18).

: Mobile Identity

Während die *TMSI* bereits im GSM als *Temporary Mobile Subscriber Identity* vom VLR vergeben wurde, existiert im GPRS zusätzlich die vom SGSN verwaltete P-TMSI, die *Packet-Temporary Mobile Subscriber Identity*. Erkennbar an

1111---- Identity Digit 2

den ersten beiden Einsten Identity Digit 2 im der TMSI..

: Old Routing Area Identification

Die *Old Routing Area Identification* stellt den letzten Ort dar an dem das Mobile zuletzt eingeschaltet war.

Sie enthält außer den aus dem GSM bekannten Werten noch die Routing Area

: Access capabilities struct

Hier ist vor allem der aus dem GSM bekannte Verschlüsselungsalgorithmus angegeben, mit dem die Informationen zwischen Mobile und BTS codiert werden.

: Multislot capability

Es wird die Anzahl der möglichen Zeitschlüsse angegeben, die für den Uplink und den Downlink eingesetzt werden können. (Vergl. Bild 22)

: Access Technology Type

Das Mobile zeigt an, dass es auch für den Betrieb in GSM 1800 eingerichtet ist.

: Additions in Release 99

Mit 8 PSK Power Capability present wird dem Netz mitgeteilt, dass das Mobile EDGE-tauglich ist..

Diese Information muss nun dem Netz übergeben werden. Dazu wird als erstes ein Paket Daten Kanal angefordert.

3.3 L2-RACH Channel Request

In Bild 35 war gezeigt worden, dass die Kanalanforderung in den in Deutschland existierenden GPRS -Netzen (T-Mobile und Vodafone) wie aus dem GSM bekannt über den Random Access Channel erfolgt. Im Beispieltrace sieht das so aus wie im Bild 40 gezeigt.

```
_____ [ 437 ] ____ [ 13647 ] ____ [ UP ] ____ [ LAPDm ] _____  
7a  
L2-RACH Channel Request  
7a 01111--- One phase packet access with request for single timeslot uplink  
transmission; one PDCH is needed.
```

Bild 40: Anforderung eines Kanals im GPRS

Die Antwort des Netzes auf die Kanalanforderung ist stets IMMEDIATE ASSIGNMENT. Diese Meldung soll im nächsten Abschnitt besprochen werden.

Nachstehend werden die Meldungen beschrieben, die noch zum Anmeldeprozess gehören. Wie diese Meldungen über das Netz transportiert werden (in LLC-Rahmen verpackt und in Pakete aufgeteilt) wird zusammen mit I. A. im Abschnitt 4 erklärt.

3.4 Die Meldung AUTHENTICATION AND CIPHERING REQUEST

Das Netz fordert das Mobile auf sich auszuweisen. Wie in Abschnitt 7.13 des Lehrbriefs „Die GSM-Dm-Kanäle“ beschrieben, ist die IMEISV ist gleich der IMEI, aber anstelle der 4 Bit Reserve stehen 1 Oktett Software Versions- Nummer (SVR)

```
_____ [ 396 ] ____ [ 13845 ] ____ [ DOWN ] ____ [ NAS ] _____  
08 12 11 90  
08 0----- direction from      : originating site  
-000---- TransactionID       : 0  
---1000  Protocol Discrim.   : GPRS mobility management messages  
12 00010010 MESSAGE TYPE      : AUTHENTICATION AND CIPHERING REQUEST  
11 0----- spare  
-001---- IMEISV requested  
---0---- spare  
----001  GPRS Encryption Algorithm GEA/1  
90 1001---- A&C reference number value = 9  
---0--- spare  
----000  Force to standby not indicated
```

Bild 41: Das Netz fordert Authentification

Der Verschlüsselungsalgorithmus GEA/1 wird auf den gesamten Abschnitt zwischen Mobile und SGSN angewandt. Der Aufbau der IMEISV wurde im Lehrbrief „Die GSM-Dm-Kanäle“ Abschnitt 7.13 besprochen.

3.5 Die Meldung AUTHENTIFICATION AND CIPHERING RESPONSE

```
_____ [ 395 ] ____ [ 13845 ] ____ [ UP ] ____ [ NAS ] _____  
08 13 09 23 09 33 85 95 08 80 02 53 04 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  
09 0000---- spare half octet  
----1001 A&C reference number value = 9  
23 00100011 INFORMATION ELEMENT : Mobile Identity  
09 00001001 length of Mob. ident.: 9  
33 0011---- Identity Digit 1    : 3  
---0--- No. of ID digits       : even  
----011  Type of identity     : IMEISV  
85 1000---- Identity Digit 2    : 8  
----0101 Identity Digit 3      : 5  
95 1001---- Identity Digit 4    : 9  
---0101 Identity Digit 5      : 5  
08 0000---- Identity Digit 6    : 0  
----1000 Identity Digit 7      : 8  
80 1000---- Identity Digit 8    : 8  
---0000  Identity Digit 9      : 0  
02 0000---- Identity Digit 10   : 0  
----0010 Identity Digit 11     : 2
```

```

53 0101---- Identity Digit 12   : 5
    ----0011 Identity Digit 13   : 3
04 0000---- Identity Digit 14   : 0
    ----0100 Identity Digit 15   : 4
f1 1111---- Identity Digit 14   : 15
    ----0001 Identity Digit 15   : 1

```

Bild 42: Das Mobile weist sich mit der IMEISV aus

Die A&C Reference Number ist die gleiche wie die in der Meldung AUTHENTICATION AND CIPHERING REQUEST vorgegebene.

3.6 GMM :ATTACH ACCEPT

Nachdem sich das Mobile ausgewiesen hat schickt das Netz die Meldung ATTACH ACCEPT.

```

_____ [ 359 ]____[ 14027 ]____[ DOWN ]____[ NAS ]_____
08 02 03 49 04 62 f2 10 31 04 01 19 39 ee 5f 17 15 18 05 f4
c8 92 4e aa 23 05 f4 8c 5e 29 60 8c

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

02 00000010 MESSAGE TYPE      : ATTACH ACCEPT

03 0----- spare
    -000---- Force to standby not indicated
    ---0---- spare
    ----011 Attach Result       : Combined GPRS/IMSI attached
: Timer
49 010---- value is incremented in multiples of decihours
    ---01001 GPRS Timer value   : 9
: Radio Priority Level & Spare
04 0000---- spare half octet
    ---0--- spare bit
    ----100 Radio priority level: 4 (lowest)
: Routing Area Identification
62 ----0010 MCC digit 1       : 2
    0110---- MCC digit 2       : 6
f2 ----0010 MCC digit 3       : 2
    1111---- MNC digit 3       : 15
10 ----0000 MNC digit 1       : 0
    0001---- MNC digit 2       : 1
31 00110001 Location area code : take hex-value
04 00000100 cont'd LAC        : take hex-value
01 00000001 Routing Area Code : take hex-value
19 00011001 INFORMATION ELEMENT : P-TMSI signature
39 00111001 P-TMSI signature   : 57
ee 11101110 P-TMSI signature   : 238
5f 01011111 P-TMSI signature   : 95

17 00010111 INFORMATION ELEMENT : GPRS Timer (negotiated)
15 000---- value is incremented in multiples of 2 seconds
    ---10101 GPRS Timer value   : 21

18 00011000 INFORMATION ELEMENT : Allocated P-TMSI
05 00000101 length=5
f4 1111---- Identity digit 1   : 15
    ----0--- even number of identity digits and also when the TMSI/P-TMSI is used
    ----100 TMSI/P-TMSI
c8 ----1000 Identity digit 2   : 8
    1100---- Identity digit 3   : 12
92 ----0010 Identity digit 4   : 2
    1001---- Identity digit 5   : 9
4e ----1110 Identity digit 6   : 14
    0100---- Identity digit 7   : 4
aa ----1010 Identity digit 8   : 10
    1010---- Identity digit 9   : 10

23 00100011 INFORMATION ELEMENT : MS identity

```

```

05 00000101 length=5
f4 1111---- Identity digit 1      : 15
----0--- even number of identity digits and also when the TMSI/P-TMSI is used
----100 TMSI/P-TMSI
8c ----1100 Identity digit 2     : 12
1000---- Identity digit 3     : 8
5e ----1110 Identity digit 4     : 14
0101---- Identity digit 5     : 5
29 ----1001 Identity digit 6     : 9
0010---- Identity digit 7     : 2
60 ----0000 Identity digit 8     : 0
          Identity digit 9     : 6

```

Bild 43: Das Netz bestätigt, dass es mit dem Mobile einen GMM-Context aufgebaut hat (Bild44)

Mit der Attach-Procedure wurde zwischen Mobile und Netz ein sog. GMM-Context aufgebaut.

Das Schema dieses Sachverhaltes ist in Bild 44 dargestellt.

Es wird mit der *Routing Area Identification* dem Mobile der aktuelle Standort übergeben

Die *P-TMSI signature* dient zur Identifikation des GMM Contextes.

Der Zustand IDLE bedeutet, dass das Mobile im Netz nicht angemeldet ist. Im Ready und Standby Status ist das Mobile angemeldet

Im Zustand Ready benachrichtigt das Mobile den SGSN über jeden Zellenwechsel. Dadurch entsteht Zeiteinsparung beim Pagen und beim Zellenwechsel.

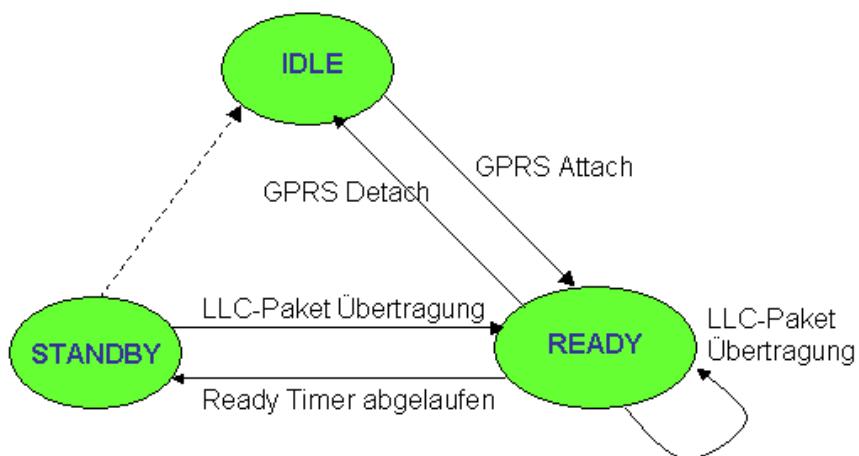


Bild 44: Graph des GMM-ATTACH-Contextes

Vom Ready-Zustand geht das Mobile nach Ablauf des Ready-Timers in den Standby-Zustand über. Im Falle des Übertragens eines LLC-Paketes wird der Ready-Timer neu gesetzt.

Der Anmeldevorgang wird mit der Meldung des Mobiles GMM ATTACH COMPLETE abgeschlossen

3.7 GMM :ATTACH COMPLETE

```
____ [ 358 ]____[ 14027 ]____[ UP ]____[ NAS ]_____
08 03
08 0----- direction from      : originating site
      -000---- TransactionID     : 0
      ----1000 Protocol Discrim. : GPRS mobility management messages
03 00000011 MESSAGE TYPE      : ATTACH COMPLETE
```

Bild 45: Mit ATTACH COMPLETE wird der Vorgang der Anmeldung des Mobiles im Netz abgeschlossen

4. Der Mechanismus der Paketübertragung

Während im GSM der Dialog zwischen Mobile und BTS im Austausch von Meldungen besteht, die abwechseln über den Kanal geschickt werden, sind die Verhältnisse im GPRS etwas komplizierter. Hier werden die Meldungen in sog. Logical Link Control (LLC) - Rahmen eingepackt. Diese Rahmen werden in Pakete zerlegt, deren Länge vom *Coding scheme* abhängen. Die Übertragung erfolgt nach dem Radio Link Control (RLC) Protokoll im Acknowledged mode oder im Unacknowledged mode. Der Empfang der Pakete wird von der Gegenseite mit PACKET UPLINK ACK/NACK bzw. PACKET DOWNLINK ACKNACK bestätigt. Dieser Vorgang wird nachstehend an einem realen Trace gezeigt.

4.1 Die Meldung IMMEDIATE ASSIGNMENT

Das Netz beantwortet die Kanalanforderung mit der Meldung IMMEDIATE ASSIGNMENT

```
____ [ 407 ]____[ 13744 ]____[ DOWN ]____[ RR ]_____
06 3f 10 09 48 05 7a 21 d4 02 00 c8 80 28 03 63 2b 2b 2b 2b
2b 2b
06 0----- direction from      : originating site
      -000---- TransactionID     : 0
      ----0110 Protocol Discrim. : radio resource management messages
3f 0----- 1 spare bit        : 0
      -0----- Send sequence number: 0
      --111111 MESSAGE TYPE      : IMMEDIATE ASSIGNMENT

: Page Mode
10 ----00- 2 spare bits       : 0
      ----00 Page mode          : Normal paging

: Dedicated Mode or TBF
      0----- 1 spare bit        : 0
      -001---- assigns an uplink TBF or is the second message of two in a two-message assignment
      of an u or downTBF

: GPRS Packet Channel Description
      00001 Channel Type         : 1, to be ignored by the receiver
      001 Time Slot Number       : 1
      010 Train. Sequence Code: 2
      0   non-hopping Indirect Encoding
      1   indirect Encoding
```

```

        0 spare bit
000000 MAIO = 0
        0 MA_NUMBER_IND
        1 Change Mark present
        01 Change_Mark = 1
: Request Reference
0111---- Establishing Cause : transmission; one PDCH is needed.
----1010 Random Reference : 26
    00100 4 = (T1) is coded as the bin. Repr. of (FrameNumber div 1326) mod 32.
    00110 14 = (T3) is coded as the binary representation of FrameNumber mod 51.
    10100 20 = (T2) is coded as the binary representation of FrameNumber mod 26.
: The frame number, FN modulo 42432 can be calculated as 51x((T3-T2)mod 26)+T3+51x26xT1'
02 00----- 2 spare bits : 0
--000010 Timing advance value : 2 bit period
: Mobile Allocation
00 0000000 lgth of Mob.Alloc.IE : 0

: IA Rest Octet
    1 H
    1 HH
    00 Packet Uplink Assignment
    1 Packet Uplink Assignment-1
00010 TFI_ASSIGNMENT=2
    0 POLLING
    0 earlier Version
    000 USF=0
    0 USF_GRANULARITY
    0 P0 absent
:Channel_Coding_Command
    01 coding scheme 2, CS-2

:TLLI_BLOCK_CHANNEL_CODING
    0 mobile station shall use CS-1 in GPRS TBF mode or MCS-1 in EGPRS TBF mode;
:ALPHA
    1 ALPHA present
    0000 alpha = 0.0;
:Gamma
    00000 Gamma=0x2 dB
:TIMING_ADVANCE_INDEX
    1 TIMING_ADVANCE_INDEX = present
    1011 TIMING_ADVANCE_INDEX = 11
:TBF_STARING_TIME
    0 absent

```

Bild 46: Zuweisung eines Kanals im GPRS

Die Bedeutung der markierten Parameter ist wie folgt:

```
: Dedicated Mode or TBF
assigns an uplink TBF
```

Im GSM, wird dem Mobile zur Kommunikation mit dem Netz ein SDCCH zugeteilt. Im GPRS bekommt das Mobile einen uplink TBF d.h. die Ressourcen für einen PDTCH zugewiesen.

```
: GPRS Packet Channel Description
001 Time Slot Number : 1
010 Train. Sequence Code: 2
```

Da das Netz die Multislotklasse des Mobiles noch nicht kennt, wird zunächst nur ein Timeslot und der dazugehörige Trainings Sequence Code zugewiesen. Die Frequenzen, für das Frequenzsprungverfahren werden, in der SYSTEM INFORMATION TYPE 1 ausgestrahlt .

```
: IA Rest Octet
enthalten.
```

```
000 USF=0
```

Das Uplink State Flag USF ist eine wichtige Kenngröße der Dynamischen Zuweisung von Ressourcen (Dynamic Allocation) im Paketdatenverkehr. Es wird (außer in den Meldungen IMMEDIATE ASS. oder PACKET UPLINK ASSIGNMENT) in den Bits 1,2,3 in jedem RLC/MAC-Downlink Block zugewiesen (Bilder 28, 32).

Das USF ist gewissermaßen das Startsignal für den Uplink Pakettransport. Nachdem das Mobile einen Zeitschlitz zugewiesen bekommen hat, untersucht es alle Downlinkblöcke auf diesem Zeitschlitz (diesen Zeitschlitz) hinsichtlich des zugewiesenen USF in den MAC-Headern. Erkennt das Mobile

auf diesem Zeitschlitz einen derartigen Downlink Block, so muss es sofort uplink einen RLC/MAC-Block senden.

```
:Channel_Coding_Command  
coding scheme 2, CS-2
```

Die Datenpakete werden (siehe Abschnitt 2.2.2) mit verminderter Redundanz (CS2) codiert.

```
:ALPHA  
    1  ALPHA present  
    0000  alpha = 0.0;  
:Gamma  
    00  Gamma=0x2 dB
```

Die Werte Alpha und Gamma dienen der Berechnung der Leistung mit der die Pakete vom Mobile zu senden sind. Es gilt: $PCH = \min(\rho_0 - \rho_{CH} - C * (C + 48), PMAX)$, (1)
Der interessierte Leser wird auf den Abschnitt 10.2.1 der ETSI - Recommendation 3GPP TS 45.008 verwiesen.

```
:TIMING_ADVANCE_INDEX  
    1011  TIMING_ADVANCE_INDEX = 11
```

Die (Sende-) Zeitvorverlegung beträgt, wie in der Lektion „DieGSMDmKanäle.pdf“ beschrieben wird 11x 48/13 /us.

4.2 Das LLC-Protokoll

Das Netz hat dem Mobile mit der Meldung IMMEDIATE ASSIGNMENT einen Kanal für die Übermittlung von Paketdaten zugewiesen. Zur Ausnutzung dieser Kanals müssen die Informationen in ein dazu geeignetes Format gebracht werden. In Bild 47 ist dargestellt, dass sämtliche Daten mit Hilfe des Logical Link Protokolls über die Funkstrecke zu transportieren sind, das sind die des *GPRS Mobility Managements*, des *Short Message Systems* und die IP –Rahmen. Letztere müssen vor

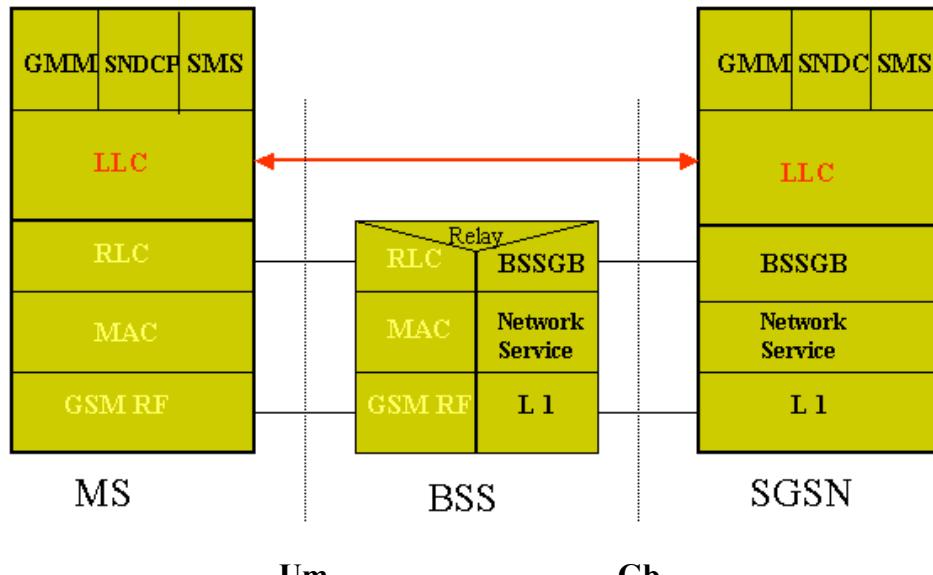


Bild 47: Referenzmodell u.a. für die Übertragung der GMM Informationen.

Aus Bild 34 geht hervor, dass nach dem Empfang der Meldung IMMEDIATE ASSIGNMENT ein LLC Controlframe mit der Nachricht GMM ATTACH REQUEST gepackt wird, der seinerseits in RLC/MAC Blöcke zerlegt und über die Luftschnittstelle übertragen wird.

Dieser Vorgang ist schematisch in Bild 48 dargestellt. Die Übersetzung des ersten Teils des LLC-Rahmens aus Bild 34 zeigt Bild 49.

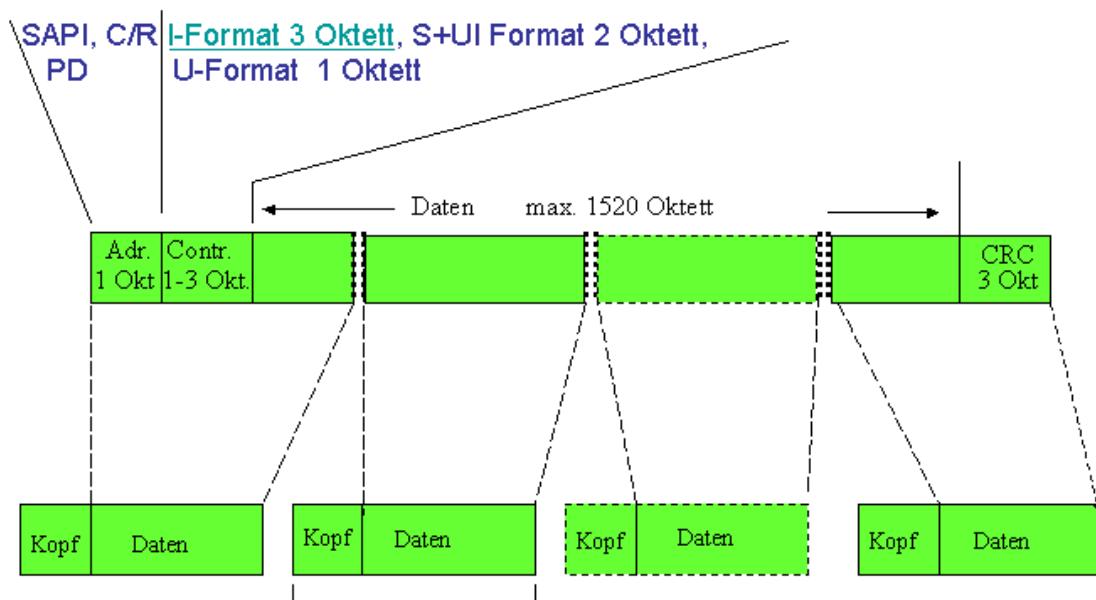


Bild 48: Aufbau eines LLC-Rahmens und Zerlegung desselben in RLC/MAC Blöcke

```

_____ [ 406 ]____[ 13745 ]____[ UP ]____[ LLC ]_____
01 c0 01 08 01 02 f5 80 13 08 03 05 f4 f2 8e c3 2e 62 f2 10
31 04 01 0d 16 d3 82 2a 9d 85 46 42 4c a9 43 21 00 03 c2 4f
e2
01 0----- LLC Frame
-0----- Response/SGSN or Command/Mobile
--00---- spare
---0001 SAPI GPRS Mobility Management
   110 LLC-UIformat
   00 Spare
000000000 Transmitter unconfirmed Sequence number N(U) = 0
   0 Encryption function bit
   1 Protected Mode Bit

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

01 00000001 MESSAGE TYPE      : ATTACH REQUEST

: Network Capability
02 00000010 Lgth Netw. Capabil. : 2

f5 1----- GPRS encryption algor GEA/1 available
-1----- pp SMS via dedicated sign. channels MS supports mobile terminated
--1---- pp SMS via GPRS packet data channels. MS supports mobile terminated
---1---- the ME has no preference for the default alphabet over UCS2
.....•

```

Bild 49: Übersetzung des in Bild 34 dargestellten LLC Rahmens

Bitte verifizieren Sie am Hex-String im Kopf von Bild 49 , dass der Inhalt des LLC-Rahmens der ATTACH REQUEST Meldung von Bild 39 entspricht.

Der LLC-Header besteht entsprechend Bild 49 aus einem Adressoktett (siehe Bild 50) und 1-3 Control-Oktetts

```

choice
0----- LLC Frame
1----- Other Frame
-0----- Response/SGSN or Command/Mobile
-1----- Command/SGSN or Response/Mobile
--xx--- spare
---0001 script(SAPI GPRS Mobility Management)
---0011 script(SAPI LL3)
---0101 script(SAPI LL5)
---0111 script(SAPI SMS)
---1001 script(SAPI LL9)
---1011 script(SAPI LL11)
eoc

```

Bild 50: Script des LLC-Headers

Der LLC-Header erinnert stark an den L2-Header im ISDN und im GSM, der interessierte Leser möge die dazugehörigen Abschnitte in den Lehrbriefen über ISDN und GSM auf dieser Webseite lesen.

Im ISDN und im GSM wird die Schicht 2 zur Datensicherung in den *Asynchronous Balanced Mode* (ABM) versetzt. Initiiert von einer der Seiten mit SABME (SABM), bestätigt mit UA werden die Blöcke nummeriert und mit RR bestätigt. Der ABM existiert bei Verwendung des LLC-Protokolls auch, aber nur bei reiner Datenübertragung, nicht aber für die Übertragung von Short Messages oder (wie hier) von GMM/SM-PDUs.

Der Header im I-Format verfügt beim LLC-Protokoll über drei Oktette, das röhrt daher, dass im acknowledgement mode für die Nummerierung der Blöcke in Sende und Empfangesrichtung (im GSM 3 Bit, im ISDN 7 Bit) aber hier jeweils 9 Bit zur Verfügung stehen.

Aus dem ISDN ist bekannt, dass Meldungen, für die keine Quittung erwartet werden kann als unnummelierte Informationen UI übertragen werden.

Bei Anwendung des LLC-Protokolls wird analog dazu der ADM (asynchronous disconnect mode) verwendet, ein unabhängiger Wartebetrieb, der jederzeit in den ABM Betrieb übergehen kann. Bild 49 zeigt den LLC-Header im Asynchronous Disconnect Mode.

Die Meldungen des GPRS Mobility Management Protokolls werden grundsätzlich in diesem Mode als Unnumbered Information (UI) übertragen.

In Bild 50 ist dargestellt welche SAPI-Werte im LLC-Header zum Einsatz kommen.

4.3 Der Pakettransport über die Funkstrecke

Entsprechend der Vorgaben in der Meldung IMMEDIATE ASSIGNMENT wird ein *Temporary Block Flow* TBF installiert und diesem eine 5 bit lange *Temporary Flow Identity* TFI zugeordnet. Anhand dieser TFI kann das Mobile (bzw. die PCU) die Blöcke aus dem Datenstrom auf den zugeordneten Radioblöcken aussortieren. Im Beispiel besitzt der Uplink TFI den Wert 2. Wie im Abschnitt 4.2 beschrieben, hat das Mobile auf dem Zeitschlitz 1 einen Block empfangen mit dem USF = 0. Damit sendet das Mobile ab Zeitmarke 13731 Datenblöcke, die den Inhalt des LLC-Rahmens (Zeitmarke 13745) transportieren.

TimeStamp	subtype	Channel	Dir	Message type	Message content
13638 0x03 - LAPD-m		BCCH	Down	(RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 13)	01 06 00 F2 AA 02 74 02 C0 FB 26 50 94 18 02 8C 36 AB 2B :
13638 0x00 - RadioRessource			Down	RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 13	06 00 F2 AA 02 74 02 C0 FB 26 50 94 18 02 8C 36 AB 2B 2B
13638 0x02 - NAS			Up	GMM :ATTACH REQUEST	08 01 02 F5 80 13 08 03 05 F4 F2 8E C3 2E 62 F2 10 31 04 0
13647 0x03 - LAPD-m		RACH	Up	RR CHANNEL REQUEST	7A
13658 0x03 - LAPD-m		CCCH	Down	(RR : PAGING REQUEST TYPE 1)	15 06 21 00 01 00 2B
13689 0x03 - LAPD-m		BCCH	Down	(RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 2quater)	01 06 07 A0 00 25 54 A8 F9 74 05 5E 0B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B
13689 0x00 - RadioRessource			Down	RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 2quater	06 07 A0 00 25 54 A8 F9 74 05 5E 0B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B
13709 0x03 - LAPD-m		CCCH	Down	(RR : PAGING REQUEST TYPE 1)	15 06 21 00 01 00 2B
13733 0x00 - RadioRessource			Down	RR : PAGING REQUEST TYPE 1	06 21 00 01 00 2B
13740 0x03 - LAPD-m		BCCH	Down	(RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 3)	49 06 1B AA B2 F2 10 31 04 D8 04 3C 55 65 04 A5 00 00 3
13740 0x00 - RadioRessource			Down	RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 3	06 1B AA B2 F2 10 31 04 D8 04 3C 55 65 04 A5 00 00 3E :
13744 0x03 - LAPD-m		CCCH	Down	(RR : IMMEDIATE ASSIGNMENT)	2D 06 3F 10 09 48 05 7A 21 D4 02 00 C8 80 28 03 63 2B 2B 2B
13744 0x00 - RadioRessource			Down	RR : IMMEDIATE ASSIGNMENT	06 3F 10 09 48 05 7A 21 D4 02 00 C8 80 28 03 63 2B 2B 2B
13745 0x06 - LLC			Up	LLC control frame	01 C0 01 08 01 02 F5 80 13 08 03 05 F4 F2 8E C3 2E 62 F2 1
13751 UL data-TFI 2		BSN-0			08 05 01
13755 UL data-TFI 2		BSN-1			04 05 03
13760 UL data-TFI 2		BSN-2			00 05 04
13764 UL data-TFI 2		BSN-0			08 05 01
13768 UL data-TFI 2		BSN-1			04 05 03
13773 UL data-TFI 2		BSN-2			00 05 04
13777 UL data-TFI 2		BSN-0			08 05 01
13781 UL data-TFI 2		BSN-1			04 05 03
13786 UL data-TFI 2		BSN-2			00 05 04
13790 UL data-TFI 2		BSN-0			08 05 01
13790 0x01 - Rlc Control			Down	PACKET UPLINK ACK/NACK	40 24 04 40 40 00 00 00 00 00 00 00 76 51 D8 65 C1 0B 2B 2B
13794 UL data-TFI 2		BSN-1			04 05 03
13799 0x01 - Rlc Control			Down	PACKET UPLINK ACK/NACK	46 24 04 40 80 00 00 00 00 00 00 00 F6 51 D8 65 C1 0B 2B 2B
13812 0x01 - Rlc Control			Down	PACKET UPLINK ACK/NACK	46 24 04 40 C0 00 00 00 00 00 01 F6 51 D8 65 C1 0B 2B 2B
13816 0x01 - Rlc Control			Down	PACKET TIMESLOT RECONFIGURE	4E 1C 04 58 14 04 54 40 52 07 50 10 80 00 2B 2B 2B 2B 2B
13825 0x01 - Rlc Control			Up	ACCESS BURST	7F
13841 0x01 - Rlc Control			Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0E CA 3B 0C B9 2B
13841 0x01 - Rlc Control			Down	PACKET UPLINK ACK/NACK	40 24 10 40 C0 00 00 00 00 00 00 01 F6 51 D8 65 C1 0B 2B 2B
13845 0x01 - Rlc Control			Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0E CA 3B 0C B9 2B
13845 DL data-TFI 2		BSN-0			08 04 00
13845 0x06 - LLC			Down	LLC control frame	41 C0 91 08 12 11 90
13845 0x02 - NAS			Down	GMM :AUTHENT. AND CIPHERING REQ	08 12 11 90
13845 0x02 - NAS			Up	GMM :AUTHENT. AND CIPHERING RESP	08 13 09 23 09 33 85 95 08 80 02 53 04 F1
13845 0x06 - LLC			Up	LLC control frame	01 C0 05 08 13 09 23 09 33 85 95 08 80 02 53 04 F1
13850 UL data-TFI 8		BSN-3			00 10 06
13854 0x01 - Rlc Control			Up	PACKET DOWNLINK ACK/NACK	40 08 40 20 00 00 00 00 00 00 00 25 80 00 13 2B 2B 2B 2B
13858 UL data-TFI 8		BSN-3			00 10 06
13858 DL data-TFI 2		BSN-0			08 04 00
13863 UL data-TFI 8					00 10 06
13863 0x01 - Rlc Control			Down	PACKET UPLINK ACK/NACK	40 24 10 40 C0 00 00 00 00 00 00 01 F6 51 D8 65 C1 0B 2B 2B
13867 0x01 - Rlc Control			Up	PACKET DOWNLINK ACK/NACK	40 08 40 20 00 00 00 00 00 00 25 80 00 13 2B 2B 2B 2B
13871 UL data-TFI 8		BSN-3			00 10 06
13876 UL data-TFI 8		BSN-3			00 10 06
13880 UL data-TFI 8		BSN-3			00 10 06
13884 UL data-TFI 8		BSN-3			00 10 06
13889 UL data-TFI 8		BSN-3			00 10 06
13889 0x01 - Rlc Control			Down	PACKET UPLINK ACK/NACK	40 24 10 41 00 00 00 00 00 00 03 C1 0B 2B 2B 2B 2B 2B
13893 0x01 - Rlc Control			Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0E CA 3B 0C B9 2B
13893 DL data-TFI 2		BSN-1			00 04 02
13893 0x06 - LLC			Down	LLC control frame	43 C0 01 2B 2B 2B 2B 2B
13897 0x01 - Rlc Control			Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0E CA 3B 0C B9 2B
13897 DL data-TFI 2		BSN-2			08 04 04
13897 0x06 - LLC			Down	LLC control frame	41 FB 30 01 00 84 10 41 3F FA F8 0E 00 32 11 03 16 01 90
13897 0x06 - LLC			Up	LLC control frame	41 FB 01 00
13902 UL data-TFI 8		BSN-4			00 10 08
13906 0x01 - Rlc Control			Up	PACKET DOWNLINK ACK/NACK	40 08 40 60 00 00 00 00 00 00 E5 80 00 13 2B 2B 2B 2B
13910 UL data-TFI 8		BSN-4			00 10 08
13910 DL data-TFI 2		BSN-2			08 04 04
13915 UL data-TFI 8		BSN-4			00 10 08
13919 0x01 - Rlc Control			Up	PACKET DOWNLINK ACK/NACK	40 08 40 60 00 00 00 00 00 00 E5 80 00 13 2B 2B 2B 2B
13923 UL data-TFI 8		BSN-4			00 10 08
13928 UL data-TFI 8		BSN-4			00 10 08
13932 UL data-TFI 8		BSN-4			00 10 08
13936 UL data-TFI 8		BSN-4			00 10 08
13941 UL data-TFI 8		BSN-4			00 10 08
13941 0x01 - Rlc Control			Down	PACKET UPLINK ACK/NACK	40 24 10 41 40 00 00 00 00 00 07 C1 0B 2B 2B 2B 2B 2B
13945 0x01 - Rlc Control			Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0E CA 3B 0C B9 2B
	Zellen gelöscht				
14019 0x01 - Rlc Control			Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0E CA 3B 0C B9 2B
14019 DL data-TFI 2		BSN-3			08 04 06
14019 0x06 - LLC			Down	LLC control frame	43 C0 01 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B 2B
14023 DL data-TFI 2		BSN-4			00 04 09
14023 0x01 - Rlc Control			Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0E CA 3B 0C B9 2B
14027 0x01 - Rlc Control			Up	PACKET DOWNLINK ACK/NACK	40 08 40 A0 00 00 00 00 00 03 E5 80 00 13 2B 2B 2B 2B
14027 DL data-TFI 2		BSN-5			06 04 0A
14027 0x06 - LLC			Down	LLC control frame	41 C0 03 08 02 03 49 04 62 F2 10 31 04 01 19 39 EE 5F 17 15 18 05 F4
14027 0x02 - NAS			Down	GMM :ATTACH ACCEPT	08 02 03 49 04 62 F2 10 31 04 01 19 39 EE 5F 17 15 18 05 F4
14027 0x02 - NAS			Up	GMM :ATTACH COMPLETE	08 03
14028 0x06 - LLC			Up	LLC control frame	01 C0 03 08 03

Bild 51: Darstellung eines Temporary Blockflow

In Bild 51 ist die Darstellung der Blockheader eines mit dem OT 490 aufgezeichneten Traces in das EXCEL-Blatt der Layer Messages hineinkopiert. Dadurch lässt sich der TBF anschaulich darstellen. So erkennt man im türkis gefärbte Feld des Bildes 51 die Aufeinanderfolge von 10 Blöcken, die offensichtlich den Transport des Inhalts des *LLC control frames* über die Luftschnittstelle bewerkstelligen.

Wie in der Meldung IMMEDIATE ASSIGNMENT festgelegt ist die TFI der Blöcke gleich 2 . Der Leser möge die in der Spalte *Message Content* des Schemas eingetragenen drei Oktette in die Darstellung Bild 30 eintragen um die Werte der Blockheader zu verifizieren. Aus den Blocksequenznummern lässt sich schlussfolgern, dass die Blöcke mit den BSN=0,1,2 offenbar ein zweites und ein drittes mal wiederholt wurden, gefolgt vom Block mit der BSN-0.und BSN-1 Den Grund für diese Wiederholung erfährt man durch Auswertung der RLC Controlblocks mit den Zeitmarken 13790, 13799, 13812.

```

____[ 405 ]____[ 13790 ]____[ DOWN ]____[ RLC ]_____
40 24 04 40 40 00 00 00 00 00 00 00 76 51 d8 65 c1 0b 2b 2b
2b 2b 2b

: Begin MAC Header
40 01---- Payload Type : RLC/MAC block contains an RLC/MAC control block, without
opt. octets
--00---- Uplink block with TDMA framenumber = (N+13) mod 2715648
---0--- Suppl/Polling Bit : RRBPF field is not valid
----000 Uplink state flag : USF = 0
: End MAC Header

001001-- MESSAGE TYPE : PACKET UPLINK ACK/NACK

: Core Parameter
-----00 Page Mode : Normal Paging
    00 Uplink TFI-Flag
00010 Uplink Temporary Flow Identity = 2
    0 Message escape
    01 CHANNEL_CODING_COMM.: CS-2

: Ack/Nack Description IE
    0 FINAL_ACK_INDICATION: retransmission are requested and the TBF is incomplete
0000001 STARTING_SEQUENCE_NUMBER (SSN) = 1

: RECEIVE_BLOCK_BIT_MAP
00000000 RECEIVE_BLOCK_BIT_MAP
00000000 RECEIVE_BLOCK_BIT_MAP
00000000 RECEIVE_BLOCK_BIT_MAP
00000000 RECEIVE_BLOCK_BIT_MAP
00000000 RECEIVE_BLOCK_BIT_MAP

```

```

00000000 RECEIVE_BLOCK_BIT_MAP
00000000 RECEIVE_BLOCK_BIT_MAP
00000001 RECEIVE_BLOCK_BIT_MAP
: End RECEIVE_BLOCK_BIT_MAP

: End Ack/Nack Description

1 CONTENTION_RESOLUTION_TLLI = present

b2 10110010 take hex value
8e 10001110 take hex value
c3 11000011 take hex value
2e 00101110 take hex value

0 switch Packet Timing Advance      = off
0 switch Power Control Parameter   = off
0 switch Extension Bits           = off
0 switch Fixed Allocation Parameter = off

```

Bild 52: RLC/MAC Block quittiert den Empfang eines der drei Blöcke mit den BSN=0,1,2

Aus Bild 52 geht hervor, dass nur einer der drei Blöcke mit der BSN-1,2,3 richtig empfangen wurde. Nun müsste der Block in Bild 41, der Wirklichkeit entsprechend, zwischen den Zeitmarken 13760 und 13764 dargestellt werden. Diese Ungenauigkeit ist aber offenbar der nicht ausreichenden Verarbeitungsgeschwindigkeit im Trace-Mobile OT490 geschuldet.

Die Ursache für die dritte Wiederholung der Folge BSN=0,1,2 wird in der Meldung PACKET UPLINK ACK/NACK an der Position 13799 erklärt.

```

.....
0000010 STARTING_SEQUENCE_NUMBER (SSN) = 2

: RECEIVE_BLOCK_BIT_MAP
00000000 RECEIVE_BLOCK_BIT_MAP
00000011 RECEIVE_BLOCK_BIT_MAP
: End RECEIVE_BLOCK_BIT_MAP
.....
```

Bild 53: RLC/MAC Block quittiert den Empfang zweier der drei Blöcke mit den BSN=0,1,2

Es sind gemäß Bild 53 offenbar nur zwei Blöcke richtig empfangen worden, usw.

In Bild 52 tritt noch eine weitere Größe auf, der *Temporary Logical Link Identifier TLLI*. Er ist hier gleich der P-TMSI die dem Netz mit der Meldung GMM ATTACH REQUEST (Bild 37) mitgeteilt wurde. Man spricht von einem *Local TLLI* da das Mobile in der Routing Area auf das Netz zugreift in der ihm auch die P-TMSI zugewiesen wurde.

Gemäß Bild 30 gibt Bit 0 im zweiten Oktett an ob im erweiterten Header des Datenblocks diese TLLI mitgeführt wird oder nicht. Das zweite Oktett in den Headerblocks im türkis gefärbten Feld in Bild 51 ist ungerade, somit ist die TLLI in den Blocks enthalten.

Mit der Rückgabe der TLLI in der Meldung PACKET UPLINK ACK/NACK (Bild 52) bestätigt das Netz, dass es sich um die richtige Verbindung handelt. Dieser Authentifizierungs-Vorgang heißt CONVENTION RESOLUTION.

Der richtige Empfang des dritten Datenblocks wird durch die Meldung PACKET UPLINK ACK/NACK an der Zeitmarke 13812 (Bild 47) bestätigt.

```

____[ 403 ]____[ 13812 ]____[ DOWN ]____[ RLC ]_____
46 24 04 40 c0 00 00 00 00 00 00 01 f6 51 d8 65 c1 0b 2b 2b
```

4.4 Das Kommando PACKET-TIMESLOT RECONFIGURE

Mit der Meldung IMMEDIATE ASSIGNMENT war dem Mobile für den TFI 2 im Uplink der Timeslot 1 zugewiesen worden. Nachfolgend muss das Netz im Downlink an das Mobile die Meldung GMM AUTHENTICATION AND CIPHERING REQUEST schicken.

Für diesen downlink TBF soll der TFI 2 beibehalten werden, jedoch soll für den Downlink ein anderer Timeslot eingesetzt werden.

Für den Uplink wird ein neuer TBF mit dem TFI 8 festgelegt. Das Netz teilt diesen Sachverhalt dem Mobile mit dem Kommando PACKET TIMESLOT RECONFIGURE mit.

_____ [402]____[13816]____[DOWN]____[RLC]_____
4e 1c 04 58 14 04 54 40 52 07 50 10 80 00 2b 2b 2b 2b 2b
2b 2b 2b
: Begin MAC Header

```

4e 01----- Payload Type          : RLC/MAC block contains an RLC/MAC control block, without
opt. octets
--00---- Uplink block with TDMA framenumber = (N+13) mod 2715648
----1--- Suppl/Polling Bit     : RRBP field is valid
-----110 Uplink state flag    : USF = 6
: End MAC Header
000111 Packet Timeslot Reconfigure
  00 PAGE_MODE      = 0
  0 Global TFI IE
  0 UPLINK_TFI present
 00010 UPLINK_TFI = 2
  0 GPRS Message Content

: Channel Coding Command
  01 CS-2

: Global Packet Timing Advance IE
  0 TIMING_ADVANCE_VALUE not present
  1 UPLINK_TIMING_ADVANCE_INDEX present
 1000 UPLINK_TIMING_ADVANCE_INDEX = 8
 000 UPLINK_TIMING_ADVANCE_TIMESLOT_NUMBER = 0
  1 DOWLINK_TIMING_ADVANCE_INDEX = present
 0100 DOWLINK_TIMING_ADVANCE_INDEX : 4
  000 DOWLINK_TIMING_ADVANCE_TIMESLOT_NUMBER : 0
: End Global Packet Timing Advance
: DOWLINK_RLC_MODE = value(1,1)
  0 RLC acknowledged mode
: CONTROL_ACK
  0 no meaning
  1 DOWLINK_TFI_ASSIGNMENT present
00010 DOWLINK_TFI = 2
  1 UPLINK_TFI_ASSIGNMENT present
1000 UPLINK_TFI = 8

: DOWLINK_TIMESLOT_ALLOCATION
  1----- Timeslot 7 is assigned
: Frequency Parameters IE
  1 Frequency Parameters IE present
  010 Training sequence code = 2
  01 Indirect encoding present
 000000 MAIO = 0
  1110 MA_Number = 14
  1 Change_Mark_1 present
  01 CHANGE_MARK_1 = 1
  0 CHANGE_MARK_2 not present
  0 spare
: Dynamic Allocation struct
  0 Dynamic Allocation
  0 Downlink power control parameter P0 not present
  0 USF_GRANULARITY = 0
  0 -- The value '1' was allocated in an earlier version of the protocol and shall
not be used.
  0 Starting Frame Number Description IE not present
  1 Timeslot Allocation with Power Control Parameter
  0000 Alpha = 0
  1 switch USF_TN0: on
  000---- USF_TN0       : 0
---00000 GAMMA_TN0      : 0
  0 USF_TN1 not present
  0 USF_TN2 not present
  0 USF_TN3 not present
  0 USF_TN4 not present
  0 USF_TN5 not present
  0 USF_TN6 not present
  0 USF_TN7 not present

```

Bild 55: Der Befehl Packet Timeslot Reconfigure

Die Quittung von Kommandos in Gestalt eines RLC/MAC – Blocks erfolgt mit einem ACCESS BURST. Das Packet Control Acknowledgement kann mit 8 Bit und 11 Bit langen ACCESS_BURSTS erfolgen.. Welches Format angewandt wird, ist in der SYSTEM INFORMATION TYPE 13 festgelegt.. In Bild 56 ist der ACCESS-BURST zur Quittung von PACKET TIMESLOT RECONFIGURE dargestellt.

_____ [401] ____ [13825] ____ [UP] ____ [RLC] _____

```

7f 011111-- MESSAGE TYPE      : ACCESS BURST (8-bit format)
-----11 Packet Control Ack. : MS received two RLC/MAC blocks, with same RTI
                           (RBSN=0,RBSN=1)

```

Bild 56: ACCESS BURST im 8-bit format

Aus Bild 47 erkennen wir, dass der gesamte Datenverkehr über den Funkkanal mit Hilfe von LLC-Blöcken erfolgt. In Bild 51 finden wir das bestätigt. Die Zeilen in denen LLC-Rahmen Übertragen werden sind gelb gefärbt.

Wenn die Rahmen aus dem Netz zum Mobile übertragen werden stellt die nächste Zeile den ausgepackten Inhalt dar. Z.B. bei der Zeitmarke 13845 das Kommando GMM :AUTHENT. AND CIPHERING REQ.

Die Antwort GMM :AUTHENT. AND CIPHERING RESP bei der Zeitmarke 13845 wird mit dem LLC control frame in der folgenden Zeile zum Netz übertragen.

Der Transport der LLC-Rahmen durch Datenpakete ist etwas schwieriger nachzuvollziehen, da, wie im Zusammenhang mit den Blöcken mit dem TFI 2 und den dazugehörigen Quittungen PACKET UPLINK ACK/NACK ausgeführt wurde, das Trace-Mobile nicht in der Lage ist Blöcke und Quittungen Zeitsynchron zu verarbeiten

Trotzdem lassen sich anhand Bild 51 folgende Zuordnungen treffen:

- Der LLC Frame an der Zeitmarke 13845 wurde vom Block mit der BSN-0 (blau gefärbt) mit der TFI 2 transportiert und enthält die NAS-Message AUTHENT. AND CIPHERING REQ.
- Zum LLC-Frame an der gleichen Zeitmarke (Up) gehört der Block mit der BSN-3 (braun gefärbt) mit der TFI 8. Er enthält die Meldung AUTHENT. AND CIPHERING RESP.
- Zum LLC Frame an der Zeitmarke 13893 gehörenden die BSN-1 (blau gefärbt) mit der TFI 2.. Dieser LLC Frame überträgt nur ein UI auf der Schicht 2. Der Austausch von UI auf der Schicht2 (durch LLC-Frames) ist das Kennzeichen des ADM (Asynchronous Disconnected Mode) auch Unacknowledged Mode.
Der vom GSM bekannte ABM (Asynchronous Balanced Mode) d.h. Acknowledged Mode kommt nur bei der Übertragung von Nutzdaten zum Einsatz.
- Die LLC-Frames an der Zeitmarke 13897 befördert ein *eXchange IDentification Parameter field*. Damit erfolgt Abstimmung von Parametern (Negotiation) zwischen Sender und Empfänger .
- Die Uplinkblöcke mit der BSN-4 und der TFI 8 müssen wieder wegen Kanalstörungen oft wiederholt werden.

Zu bemerken sind noch die zahlreichen PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCKs (Bild 57) die im Bild 51(wie man an den Zeitmarken erkennt) vom Verfasser stark ausgedünnt wurden. Sie haben die Aufgabe die zugewiesenen Radioblocks zu belegen, wenn keine anderen Daten zur Verfügung stehen.

_____ [364] ____ [14019] ____ [UP] ____ [RLC] _____

40 0e ca 3b 0c b9 2b
2b 2b 2b

: Begin MAC Header
40 01----- Payload Type : RLC/MAC block contains an RLC/MAC control block, without
opt. octets

```

--00000- Spare
-----0 Retry Bit: MS sent channel request message once
: End MAC Header

    000011 MESSAGE TYPE : PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK

: TLLI
b2 10110010 Temp.Log.Link Identity
8e 10001110 Temp.Log.Link Identity
c3 11000011 Temp.Log.Link Identity
2e 00101110 Temp.Log.Link Identity
: End TLLI
    01 padding bits

```

Bild 57: Der PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK

Der mit GMM :ATTACH REQUEST eingeleitete Vorgang wird durch Austausch der Meldungen GMM :ATTACH ACCEPT (vom Netz) und GMM :ATTACH COMPLETE (vom Mobile) abgeschlossen.

Der an der Zeitmarke 14435 zum Netz gesendete RLC Controlblock (Bild 58) quittiert schließlich alle vom Netz zum Mobile gesendeten Blöcke.

```

____ [ 270 ]____[ 14435 ]____[ UP ]____[ RLC ]_____
40 08 50 e0 00 00 00 00 00 00 0f e5 00 00 13 2b 2b 2b 2b 2b
2b 2b 2b

: Begin MAC Header
40 01----- Payload Type : RLC/MAC block contains an RLC/MAC control block,without
opt. octets
--00000- Spare
-----0 Retry Bit: MS sent channel request message once
: End MAC Header

    000010 MESSAGE TYPE : PACKET DOWNLINK ACK/NACK

    00010 DOWNLINK_TFI : 2

: Ack/Nack Description IE
    1 FINAL_ACK_INDICATION: no retransmissions are requested and this message
indicates acknowledgement of all RLC data in the TBF
    000011 STARTING_SEQUENCE_NUMBER : 7

    00000000 RECEIVED_BLOCK_BITMAP
    01111111 RECEIVED_BLOCK_BITMAP
: End Ack/Nack Description

    0 Channel Request Description IE = off

: Channel Quality Report

    010100 C_value = 20
    000 RXQUAL_0 BER < 0,2 % Assumed value = 0,14 %
    000000 SIGN_VAR = (0 x 0,25)dBexp2 to (0 x 0,25)dBexp2 + 0,25dBexp2

    0 switch I_LEVEL_TN0 : off
    0 switch I_LEVEL_TN1 : off
    0 switch I_LEVEL_TN2 : off
    0 switch I_LEVEL_TN3 : off
    0 switch I_LEVEL_TN4 : off
    0 switch I_LEVEL_TN5 : off
    0 switch I_LEVEL_TN6 : off
    0 switch I_LEVEL_TN7 : off
: End Channel Quality Report

```

Bild58: Quittung aller vom Netz zum Mobile gesendeten Blöcke.

Die vom Mobile zum Netz gesendeten Blöcke werden vom RLC-Controlblock an der Zeitmarke 14556 quittiert (Bild 59)

```
_____ [ 252 ] ____ [ 14556 ] ____ [ DOWN ] ____ [ RLC ] _____  
4e 24 10 61 80 00 00 00 00 00 00 0f c1 0b 2b 2b 2b 2b 2b 2b  
2b 2b 2b  
  
: Begin MAC Header  
4e 01----- Payload Type : RLC/MAC block contains an RLC/MAC control block, without  
opt. octets  
--00---- Uplink block with TDMA framenumber = (N+13) mod 2715648  
----1--- Suppl/Polling Bit : RRBP field is valid  
----110 Uplink state flag : USF = 6  
: End MAC Header  
  
001001-- MESSAGE TYPE : PACKET UPLINK ACK/NACK  
  
: Core Parameter  
-----00 Page Mode : Normal Paging  
00 Uplink TFI-Flag  
01000 Uplink Temporary Flow Identity = 8  
0 Message escape  
01 CHANNEL_CODING_COMM.: CS-2  
  
: Ack/Nack Description IE  
1 FINAL_ACK_INDICATION: no retransmissions are requested and this message  
indicates acknowledgement of all RLC  
  
0000110 STARTING_SEQUENCE_NUMBER (SSN) = 6  
: RECEIVE_BLOCK_BIT_MAP  
00000000 RECEIVE_BLOCK_BIT_MAP  
00111111 RECEIVE_BLOCK_BIT_MAP  
: End RECEIVE_BLOCK_BIT_MAP  
: End Ack/Nack Description  
0 CONTENTION_RESOLUTION_TLLI not present  
0 switch Packet Timing Advance = off  
0 switch Power Control Parameter = off  
0 switch Extension Bits = off  
0 switch Fixed Allocation Parameter = off
```

Bild59: Quittung aller vom Mobile zum Mobile gesendeten Blöcke.

Letzterer wird vom Mobile mit einem Accessburst quittiert. Dieser Accessburst beendet den mit IMMEDIATE ASSIGNMENT gestarteten Temporary Blockflow. Nunmehr verfolgt das Mobile wieder die Nachrichten auf dem BCCH:

5. Die Aktivierung eines PDP-Context

Sollen Paket –Daten über das Mobilfunknetz übertragen werden, so muss ein Context für das Packet Data Protocol (PDP) eingerichtet werden. An dieser Stelle soll nur der Context für das Internetprotokoll (IP) besprochen werden.

Damit von einem PC aus, über ein Mobile, auf das Internet zugegriffen werden kann, wird mit Hilfe des installierten Clienten, (Für SAGEM-Mobiles heißt dieser Client *Wellphone*) der Menüpunkt Internet aufgerufen.

5.1 Kanalanforderung und Kanalzuweisung

In Bild 60 ist dargestellt, welche Befehle auf der Luftschnittstelle beim Aufbau des PDP-Contextes ausgetauscht werden. Durch den Clienten auf dem PC wird zunächst im Mobile die NAS-Message Session Management (SM):ACTIVATE PDP CONTEXT REQUEST aktiviert. Im Bild 60 erscheint dieser Befehl an der Zeitmarke 265822. Es schließt sich das übliche Prozedere an, d.h. das Mobile fordert einen Kanal an und erhält vom Netz einen Kanal bzw. einen TBF zugewiesen. Es ist die Entscheidung des Operators, dass er dem Mobile als erstes einen einzelnen Kanal zuweist, Zeitmarke 265859 (Bild 61).

Bild 60: Kommunikation auf der Luftschnittstelle beim Aufbau eines PDP-Contextes

Dieser Kanal wird vom Mobile für die Contextanforderung nicht benutzt. Als Grund für die Zuweisung (Request Reference) wird „All other cases“ angegeben. Frei übersetzt „Für alle Fälle“

____ [2627]____ [265859]____ [DOWN]____ [RR]_____

06 3f 03 41 40 55 10 82 eb 06 00 2b 2b 2b 2b 2b 2b 2b 2b 2b
2b 2b

06 0----- direction from : originating site
-000---- TransactionID : 0
---0110 Protocol Discrim. : radio resource management messages

3f 0----- 1 spare bit : 0
-0----- Send sequence number: 0

--111111 MESSAGE TYPE : IMMEDIATE ASSIGNMENT

: Page Mode
03 ----00-- 2 spare bits : 0
-----11 Page mode : same as before

: Dedicated Mode or TBF
0----- 1 spare bit : 0
-000---- Dedicated mode Resource

```

: Channel Description
41 01000--- Ch.type & TDMA offs.: SDCCH/8 + SACCH/C8|CBCH(SDCCH/8), Subchannel 0
    ----001 Timslot number : 1

: Schalter
40 010----- Training sequ. code : 2
    ---000-- Single channel : RF single channel
    -----00 Singl.RF ch.high prt: 0
55 01010101 abs.RFch.num.low prt: 85

: Request Reference
10 000----- Establishing Cause : All other cases
    ---10000 Random Reference : 16
: Rahmennummer
10000 16 = (T1) is coded as the bin. Represent. of (FrNumb. div 1326) mod 32.
010111 23 = (T3) is coded as the binary representation of FrameNumber mod 51.
01011 11 = (T2) is coded as the binary representation of FrameNumber mod 26.
: The frame number, FN modulo 42432 can be calculated as  $51 \times ((T3-T2) \bmod 26) + T3 + 51 \times 26 \times T1'$ 
: Timing Advance
06 00----- 2 spare bits : 0
    --000110 Timing advance value : 6 bit period

: Mobile Allocation
00 00000000 length=0

```

Bild 61: Zuweisung eines einzelnen SDCCH für „All other cases“

Die Verhandlung über den PDP Context erfolgt anhand des TBF der mit der Meldung in Bild 62 zugezweisen wird.

```

____[ 2625 ]____[ 265869 ]____[ DOWN ]____[ RR ]_____
06 3f 10 09 48 05 7d 84 77 02 00 ca 42 28 03 a3 2b 2b 2b 2b
2b 2b

06 0----- direction from : originating site
    -000---- TransactionID : 0
    ---0110 Protocol Discrim. : radio resource management messages

3f 0----- 1 spare bit : 0
    -0----- Send sequence number: 0

    --111111 MESSAGE TYPE : IMMEDIATE ASSIGNMENT

: Page Mode
10 ----00-- 2 spare bits : 0
    -----00 Page mode : Normal paging
: Dedicated Mode or TBF
    0----- 1 spare bit : 0
    -001---- assigns an uplink TBF or is the second message of two in a two-message assignm.
        of an u or downTBF

: GPRS Packet Channel Description
    00001 Channel Type : 1, to be ignored by the receiver
    001 Time Slot Number : 1
    010 Train. Sequ. Code : 2
        0 non-hopping Indirect Encoding
        1 indirect Encoding
        0 spare bit
    000000 MAIO = 0
        0 MA_NUMBER_IND
        1 Change Mark present
        01 Change_Mark = 1
: Request Reference
    0111---- Establishing Cause : transmission; one PDCH is needed.
    ---1101 Random Reference : 29

    10000 16 = (T1) is coded as the bin. Repr. of (FrameNumber div 1326) mod 32.
    100011 35 = (T3) is coded as the binary representation of FrameNumber mod 51.
    10111 23 = (T2) is coded as the binary representation of FrameNumber mod 26.
: The frame number, FN modulo 42432 can be calculated as  $51 \times ((T3-T2) \bmod 26) + T3 + 51 \times 26 \times T1'$ 

02 00----- 2 spare bits : 0
    --000010 Timing advance value : 2 bit period

: Mobile Allocation
00 00000000 lgth of Mob.Alloc.IE : 0

```

```

: IA Rest Octet
  1 H
  1 HH
  00 Packet Uplink Assignment
  1 Packet Uplink Assignment-1
01001 TFI_ASSIGNMENT=9
  0 POLLING
  0 earlier Version
  001 USF=1
  0 USF_GRANULARITY
  0 P0 absent
:Channel_Coding_Command
  01 coding scheme 2, CS-2
:TLLI_BLOCK_CHANNEL_CODING
  0 mobile station shall use CS-1 in GPRS TBF mode or MCS-1 in EGPRS TBF mode;
:ALPHA
  1 ALPHA present
  0000 alpha = 0.0;
:Gamma
  00000 Gamma=0x2 dB
:TIMING_ADVANCE_INDEX
  1 TIMING_ADVANCE_INDEX = present
  1101 TIMING_ADVANCE_INDEX = 13
:TBF_STARING_TIME
  0 absent

```

Bild 62: Zuweisung des TBF für den PDP Context Request

Für den weiteren Verlauf der in Bild 60 dargestellten Kommunikation zur Contextanforderung gelten alle im Abschnitt 4 „Der Mechanismus der Paketübertragung“ gemachten Ausführungen.

5.2 Das Kommando ACTIVATE PDP CONTEXT REQUEST

Den Inhalt der Meldung ACTIVATE PDP CONTEXT REQUEST zeigt Bild 63. Es wird von einem bestimmten Operator (hier T-Mobile), dessen Accesspunkt Name (APN) angegeben wird, eine IPV4 Adresse angefordert und dazu eine bestimmte Übertragungsqualität.

```

_____[ 2640 ]_____[ 265822 ]_____[ UP ]_____[ NAS ]_____
0a 41 05 05 0b 02 00 00 00 00 00 00 00 00 02 01 21 28
11 08 69 6e 74 65 72 6e 65 74 04 74 2d 64 31 02 64 65 27 21
80 c0 23 0a 01 02 00 0a 00 04 74 2d 64 31 80 21 10 01 01 00
10 81 06 00 00 00 00 83 06 00 00 00 00

0a 0----- direction from      : originating site
 -000---- TransactionID       : 0
 ---1010 Protocol Discrim.   : Session Management Messages

41 01000001 MESSAGE TYPE       : ACTIVATE PDP CONTEXT REQUEST

: Network Service Accesspoint
05 ----0101 NSAPI value        : 5
 0000---- spare
: LLC SAPI
05 ----0101 SAPI value         : 5
 0000---- spare

: Quality of Service
0b 00001011 length            : 11

02 00----- spare
 --000--- Delay class          : 32 (4 = best effort)
 ----010 Reliability class     : Unacknowledged GTP; Acknowledged LLC and RLC, Protected
                                data
00 0000---- peak throughput     : subscribed
 ----0--- spare
 ----000 precedence class       : Subscribed
00 0000---- spare
 --00000 Mean throughput        : subscribed
00 0000---- traffic class       : Subscribed
 ----0--- delivery order         : Subscribed
 ----000 Subscribed delivery    : of erroneous SDUs
00 00000000 Maximum SDU size    : 0, 0 = Subscribed

```

```

00 00000000 Maximum bit rate up : 0, 0 = Subscribed
00 00000000 Max. bit rate down : 0, 0 = Subscribed
00 0000---- Residual BER       : Subscribed
----0000 SDU error ratio      : Subscribed
00 -----0 traffic handl prior : Subscribed
000000-- Transfer delay      : Subscibed
000000-- Transfer delay      : 0 x 10 ms (up to 200 ms) ,etc
00 00000000 Guaranteed bit rate for downlink
00 00000000 Guaranteed bit rate for uplink

: Packet Data Protocol Address
02 00000010 length          : 2
01 ----0001 PDP type organisat. : IETF allocated address
21 00100001 PDP type number   : IPv4 address

: Access Point Name value
28 00101000 INFORMATION ELEMENT : Access point name
11 00010001 length=17
00001000..01100101 _internet_t-d1_de

: Protocol Configuration Options
27 00100111 INFORMATION ELEMENT : Protocol Configuration Options

21 00100001 length          : 33
: Configuration Protocol
80 -----00 PPP for use with IP PDP type
-0000--- spare
1----- Extension bit        : 1

: PROTOCOL ID 1
c0 11000000 C021(LCP),C023(PAP)
23 00100011 C023(PAP),C223(CHAP);

0a 00001010 Lgth of P ID 1 cont.: 10
01 00000001 protocol ID 1 contents
.....
: PROTOCOL ID 2
80 10000000 8021(IPCP).
21 00100001 C021(LCP),8021(IPCP)

10 00010000 Lgth of P ID 2 cont.: 16
01 00000001 protocol ID 2 contents
01 00000001 protocol ID 2 contents
.....
```

Bild 63: Inhalt der Meldung ACTIVATE PDP CONTEXT REQUEST

Beim Anfordern einer Dienstqualität kann das Mobile nicht über die Möglichkeiten des Netzes verfügen. Es wird lediglich gefordert, dass die zur Verfügung stehenden Leistungsmerkmale (as subscribed) eingesetzt werden.

Als Accesspunkt Name wird für T-Mobile „_internet_t-d1_de“ eingesetzt.

In den Abschnitten PROTOKOLL ID 1/2 werden die Eigenschaften des Mobiles angegeben.

5.3 Das Kommando ACTIVATE PDP CONTEXT ACCEPT

Wenn man die Werte des *Quality of Service* betrachtet, so scheint entscheidend zu sein, dass mit *Mean throughput Best effort*, alle möglichen Werte des Durchsatzes Up- und Downlink relativiert werden. Das Netz tut was es kann, lastabhängig versteht sich.

Echt, weil gemessen, scheint indessen der Wert *Residual Bit Error Rate 1*10-5*. Ein für einen Funk-Kanal repräsentabler Wert.

```

_____[ 2607 ]_____[ 266004 ]_____[ DOWN ]_____[ NAS ]_____
8a 42 05 0b 13 92 1f 73 96 9b f7 74 06 9b f7 02 2b 06 01 21
58 80 0f 3c 27 1c 80 c0 23 05 02 02 00 05 00 80 21 10 03 01
00 10 81 06 c1 fe a0 01 83 06 c1 fe a0 82

8a 1----- direction to      : originating site
-000---- TransactionID     : 0
----1010 Protocol Discrim. : Session Management Messages
```

```

42 01000010 MESSAGE TYPE : ACTIVATE PDP CONTEXT ACCEPT
05 0000---- spare
    ----0101 Requested LLC service access point identifier SAPI = 5
0b 00001011 Length of quality of service IE = 11
13 00----- spare
    --010--- Delay class : 2 (4 = best effort)
    ----011 Reliability class : Unacknowledged GTP and LLC; Acknowledged RLC, Protected
data
92 1001---- peak throughput : Up to 256000 octet/s
    ----0--- spare
    -----010 precedence class : Normal priority
1f 000----- spare
    ---11111 Mean throughput Best effort
73 011----- Interactive class
    ---10--- Without delivery order ('no')
    ----011 Erroneous SDUs are not delivered ('no')
96 10010110 Maximum SDU size = 150
9b 10011011 Maximum bit rate for uplink = 155
f7 11110111 Maximum bit rate for downlink = 247
74 0111---- Residual Bit Error Rate 1*10-5
    ---0100 SDU error ratio 1*10-4
06 000001-- Transfer delay
    -----10 Traffic handling Priority level 2
9b 10011011 Guaranteed bit rate for uplink = 155 kb/s
f7 11110111 Guaranteed bit rate for downlink = 247 kb/s
02 0000---- spare half octet
    ----0--- spare bit
    -----010 Radio priority level: 2
2b 00101011 INFORMATION ELEMENT : Packet data protocol address
06 00000110 Length of PDP address contents = 6
01 ----0001 PDP type organisation: IETF allocated address
21 00100001 PDP type number : IPv4 address
58 01011000 Number 1 : 88
80 10000000 Number 2 : 128
0f 00001111 Number 3 : 15
3c 00111100 Number 4 : 60
: Protocol Configuration Options
27 00100111 INFORMATION ELEMENT : Protocol Configuration Options
1c 00011100 length : 28
: Configuration Protocol
80 -----000 PPP for use with IP PDP type
-0000--- spare
    1----- Extension bit : 1
: PROTOCOL ID 1
c0 11000000 C021(LCP),C023(PAP)
23 00100011 C023(PAP),C223(CHAP);

05 00000101 Lgth of P ID 1 cont.: 5
02 00000010 protocol ID 1 contents
02 00000010 protocol ID 1 contents
00 00000000 protocol ID 1 contents
05 00000101 protocol ID 1 contents
00 00000000 protocol ID 1 contents

: PROTOCOL ID 2
80 10000000 8021(IPCP).
21 00100001 C021(LCP),8021(IPCP)

10 00010000 Lgth of P ID 2 cont.: 16
03 00000011 protocol ID 2 contents
01 00000001 protocol ID 2 contents
00 00000000 protocol ID 2 contents
10 00010000 protocol ID 2 contents
81 10000001 protocol ID 2 contents
06 00000110 protocol ID 2 contents
c1 11000001 protocol ID 2 contents
fe 11111110 protocol ID 2 contents
a0 10100000 protocol ID 2 contents
01 00000001 protocol ID 2 contents
83 10000011 protocol ID 2 contents
06 00000110 protocol ID 2 contents
c1 11000001 protocol ID 2 contents
fe 11111110 protocol ID 2 contents
a0 10100000 protocol ID 2 contents
82 10000010 protocol ID 2 contents

```

Bild 64: Inhalt der Meldung ACTIVATE PDP CONTEXT ACCEPT

Die zugewiesene IP-Adresse ist 88.128.15.60 gehört zu einem Klasse A Netz.

5.4 Die Meldung DEACTIVATE PDP CONTEXT REQUEST

Die Meldung DEACTIVATE PDP CONTEXT REQUEST ist in Bild 60 nicht enthalten, soll aber an dieser Stelle mit erklärt werden. Sie enthält als Argument lediglich den Grund der Deaktivierung, hier die reguläre Deaktivierung.

```
_____[ 448 ]_____[ 37190 ]_____[ UP ]_____[ NAS ]_____
0a 46 24

0a 0----- direction from      : originating site
-000---- TransactionID        : 0
----1010  Protocol Discrim.   : Session Management Messages

46 01000110  MESSAGE TYPE     : DEACTIVATE PDP CONTEXT REQUEST

24 00100100  cause            : Regular deactivation
```

Bild 65: Inhalt der Meldung DE ACTIVATE PDP CONTEXT REQUEST

5.5 Deaktivieren PDP CONTEXT ACCEPT

Die Meldung PDP CONTEXT ACCEPT besteht nur aus dem Namen der Meldung.

```
_____[ 394 ]_____[ 37455 ]_____[ DOWN ]_____[ NAS ]_____
8a 47

8a 1----- direction to       : originating site
-000---- TransactionID        : 0
----1010  Protocol Discrim.   : Session Management Messages

47 01000111  MESSAGE TYPE     : DEACTIVATE PDP CONTEXT ACCEPT
```

Bild 66: Inhalt der Meldung DE ACTIVATE PDP CONTEXT ACCEPT

6. Die Übertragung von IP-Rahmen und das SNDP Protokoll.

6.1 Das Subnetwork Dependent Convergence Protocol

Aus den Bildern 51 und 60 geht hervor, wie die Kommunikation über die Luftschnittstelle beim GPRS vonstatten geht. Es wurde erklärt, dass sämtliche Meldungen und Daten in LLC-Rahmen verpackt und danach in Pakete zerlegt werden deren Länge vom *coding scheme* abhängt. Die Unversehrtheit der Pakete wird durch den RLC-Mechanismus kontrolliert. Fehlerhafte Pakete werden wiederholt. Bisher wurde jedoch nur der Austausch von Meldungen zum Aufbau des Funkkanals und die Bildung von Kontexten besprochen. Das Ziel ist aber IP-Pakete, wie in Abschnitt 1 besprochen, über den Funkkanal zu transportieren. Dazu muss das in Bild 47 dargestellte Referenzmodell erweitert werden

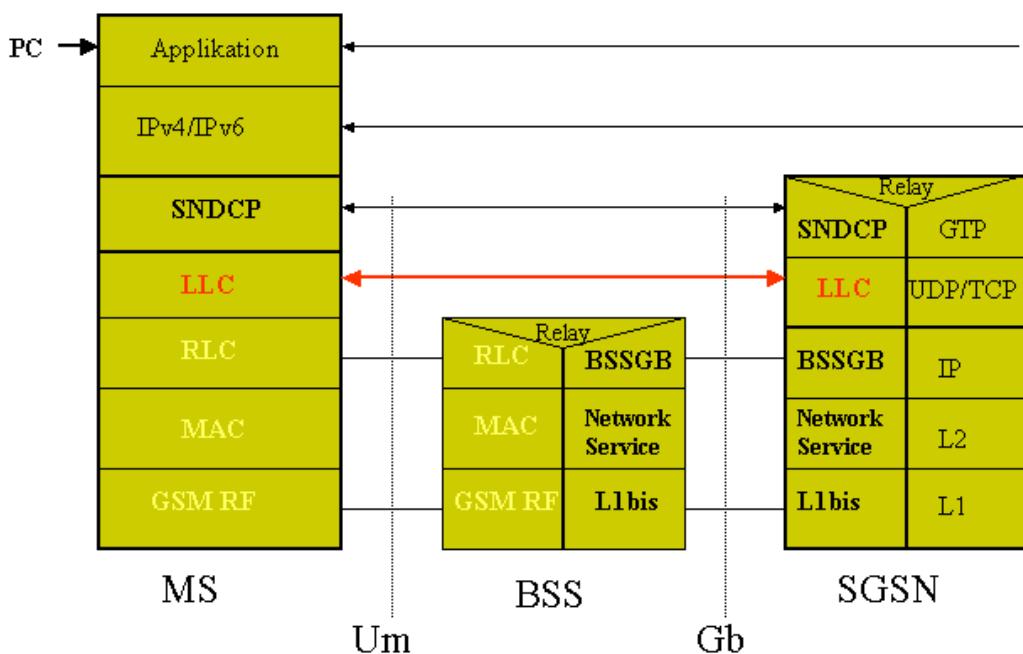


Bild 67: GPRS Protocol Stack gemäß GSM 04.65

Zum Lesen der Darstellung in Bild 67 muss das Blockschaltbild (Bild 18) zu Hilfe genommen werden. Man erkennt dass der *Gateway GPRS Support Node GGSN*, mit dem *Serving GPRS Support Node SGSN* über das *GPRS Tunneling Protocol GTP* verbunden ist.

Weil es mit unseren Mitteln messtechnisch nicht zugänglich ist soll das GTP hier nicht weiter betrachtet werden.

Wir betrachten den in Bild 67 gezeigten Übergang im *Serving GPRS Support Node* indem die IP-Pakete aus dem GTP dem *Subnetwork Dependent Convergence Protocol SNDPC* übergeben werden.

Die Hauptfunktionen des SNDPC-Protocols sind gemäß 3GPP TS 04.65:

- Multiplexen verschiedener PDP's
- Compression und Decompression von Nutzerdaten
- Compression und Decompression von Protocol Control Informationen
- Segmentierung einer Network Protocol Data Unit (N-PDU) in Logical Link Control Protocol Data Units (LL-PDUs) und Reassemblierung von LL-PDUs in N-PDU.

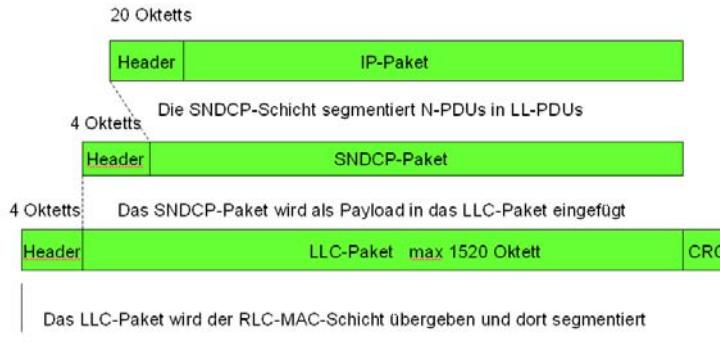


Bild 68: Konvertieren von IP-Paketen mit dem *Subnetwork Dependent Convergence Protocol*

6.2 Ping *amsel.informatik.hu-berlin.de* über eine GPRS-Verbindung

In Bild 68 ist ein Traceausschnitt einer GPRS-Verbindung dargestellt, über die ein Ping-Kommando ausgelöst wurde.

273156 0x01 - Rlc Control	Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0F EF 77 5F A5 2B
273160 0x01 - Rlc Control	Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0F EF 77 5F A5 2B
273163 0x06 - LLC	Up	LLC control frame	05 C4 4B 65 00 00 86 45 00 00 3C 00 86 00 00 80 01 30 52 58 80 0F 3C 8D 14 15 19 08 00 4D 1A 00 01 00 41 6
273165 0x01 - Rlc Control	Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0F EF 77 5F A5 2B
273201 0x01 - Rlc Control	Down	PACKET UPLINK ACK/NACK	44 24 0E 5A BF FF FF FF FF FF FF C1 0B 2B
273217 0x01 - Rlc Control	Down	PACKET UPLINK ACK/NACK	44 24 0E 5E 3F FF FF FF FF FF FF C1 0B 2B
273221 0x01 - Rlc Control	Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0F EF 77 5F A5 2B
273225 0x01 - Rlc Control	Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0F EF 77 5F A5 2B
273229 0x01 - Rlc Control	Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0F EF 77 5F A5 2B
273230 0x06 - LLC	Down	LLC control frame	43 C0 01 2B
273234 0x01 - Rlc Control	Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0F EF 77 5F A5 2B
273234 0x06 - LLC	Down	LLC control frame	45 C2 07 65 00 00 18 A5 40 00 00 3C B1 55 40 00 ED 01 D2 81 8D 14 15 19 58 80 0F 3C 00 00 55 1A 00 01 00 41 6
273238 0x01 - Rlc Control	Up	PACKET DOWNLINK ACK/NACK	40 08 81 40 00 00 00 00 00 7F E8 00 00 13 2B
273243 0x01 - Rlc Control	Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0F EF 77 5F A5 2B
273247 0x01 - Rlc Control	Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0F EF 77 5F A5 2B
273251 0x01 - Rlc Control	Up	PACKET DOWNLINK ACK/NACK	40 08 81 40 00 00 00 00 00 7F E8 00 00 13 2B
273256 0x01 - Rlc Control	Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0F EF 77 5F A5 2B
273260 0x01 - Rlc Control	Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0F EF 77 5F A5 2B
273264 0x01 - Rlc Control	Up	PACKET DOWNLINK ACK/NACK	40 08 81 40 00 00 00 00 00 7F E8 18 00 00 13 2B
273269 0x01 - Rlc Control	Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0F EF 77 5F A5 2B
273273 0x01 - Rlc Control	Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0F EF 77 5F A5 2B
273277 0x01 - Rlc Control	Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0F EF 77 5F A5 2B
273282 0x01 - Rlc Control	Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0F EF 77 5F A5 2B
273286 0x01 - Rlc Control	Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0F EF 77 5F A5 2B
273290 0x01 - Rlc Control	Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0F EF 77 5F A5 2B
273295 0x01 - Rlc Control	Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0F EF 77 5F A5 2B
273299 0x01 - Rlc Control	Up	PACKET UPLINK DUMMY CONTROL BLOCK	40 0F EF 77 5F A5 2B

Bild 69: Übertragung des *Echo request* und des *Echo reply* über eine GPRS Verbindung

An der Zeitmarke 273163 in Bild 69 wird ein Echo request zum Netz gesendet. Der Trace dieser Meldung ist in Bild 70 dargestellt.

```

____ [ 1492 ] ____ [ 273163 ] ____ [ UP ] ____ [ LLC ] _____
05 c4 4b 65 00 00 86 45 00 00 3c 00 86 00 00 80 01 30 52 58
80 0f 3c 8d 14 15 19 08 00 4d 1a 00 01 00 41 61 62 63 64 65
66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 03 00 00 00

05 0----- LLC Frame
-0----- Response/SGSN or Command/Mobile
--0---- spare
---0101 SAPI LL5
   110 LLC-UIformat
     00 Spare
100010010 Transmitter unconfirmed Sequenz number N(U) = 274
      1 Encryption funktion bit
      1 Protected Mode Bit
: SNDCP Header
65 0----- spare
-1----- first Segment of a N-PDU
--1---- SN-UNITDATA PDU
---0---- Last Segment of N-PDU
---0101 NSAPI=5

```

```

00 00000000 SNDCP Header
00 00000000 SNDCP Header
86 10000110 SNDCP Header 134
: IP Header
45 0100---- Version = 4
    ----0101 IP Header Length = 5
00 00000000 Type of service
    000000000111100 Size of datagram = 60
    00000000010000110 Identification = 134
        0 spare
        0 don't fragment
        0 more fragments
    0000000000000 fragment offset = 0
    100000000 Time to live = 128
: Transport protocol
01 00000001 ICMP
: Header checksum
30 00110000 Header checksum/1
52 01010010 Header checksum/2
: Source IP address
58 01011000 88
80 10000000 128
0f 00001111 15
3c 00111100 60
: Destination IP address
8d 10001101 141
14 00010100 20
15 00010101 21
19 00011001 25

: ICMP Header
: Type
08 00001000 Echo request
: Code
00 00000000 Coded
: ICMP header checksum
4d 01001101 Sum/1
1a 00011010 Sum/2
: Data
00 00000000 data
01 00000001 data
00 00000000 data
41 01000001 data
61 01100001 data
62 01100010 data
.....
6e 01101110 data
6f 01101111 data

```

Bild 70: Trace des *Echo request* vom Computer über das Mobile zu amsel.informatik.hu-berlin.de

Die Schachtelung IP in SNDCP in LLC-Rahmen ist sehr gut zu erkennen. Aufgrund der Kürze des Datagrams findet offenbar keine Kompression statt. Das Echo reply wird im Rahmen mit der Zeitmarke 273234 übertragen.

```

_____ [ 1483 ] ____ [ 273234 ] ____ [ DOWN ] ____ [ LLC ] _____
45 c2 07 65 00 00 1b 45 00 00 3c b1 55 40 00 ed 01 d2 81 8d
14 15 19 58 80 0f 3c 00 00 55 1a 00 01 00 41 61 62 63 64 65
66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 03 60 f1 a9

45 0----- LLC Frame
    -1----- Command/SGSN or Response/Mobile
    --0---- spare
    ----0101 SAPI LL5
        110 LLC-UIformat
        00 Spare
    010000001 Transmitter unconfirmed Sequenz number N(U) = 129
        1 Encryption funktion bit
        1 Protected Mode Bit
: SNDCP Header
65 0----- spare
    -1----- first Segment of a N-PDU
    --1----- SN-UNITDATA PDU

```

```

----0---- Last Segment of N-PDU
----0101 NSAPI=5
00 00000000 SNDCP Header
00 00000000 SNDCP Header
1b 00011011 SNDCP Header 27
: IP Header
45 0100---- Version = 4
----0101 IP Header Length = 5
00 00000000 Type of service
000000000000111100 Size of datagram = 60
1011000101010101 Identification = 45397
    0 spare
    1 don't fragment
    0 more fragments
00000000000000 fragment offset = 0
11101101 Time to live = 237
: Transport protocol
01 00000001 ICMP
: Header checksum
d2 11010010 Header checksum/1
81 10000001 Header checksum/2
: Source IP address
8d 10001101 141
14 00010100 20
15 00010101 21
19 00011001 25
: Destination IP address
58 01011000 88
80 10000000 128
0f 00001111 15
3c 00111100 60

: ICMP Header
: Type
00 00000000 Echo reply
: Code
00 00000000 Coded
: ICMP header checksum
55 01010101 Sum/1
1a 00011010 Sum/2
: Data
00 00000000 data
01 00000001 data
00 00000000 data
41 01000001 data
61 01100001 data
62 01100010 data
.....
6f 01101111 data

```

Bild 71: Trace des *Echo request* vom Computer über das Mobile zu amsel.informatik.hu-berlin.de

Es wäre noch zu bemerken, dass der LLC-Rahmen an der Zeitmarke 273230 (Bild 72) zum Asynchronous Disconnect Mode ADM gehört und offenbar eine Quittung des Netzes für den Rahmen an der Zeitmarke 273163 darstellt.

```

____ [ 1485 ] __ [ 273230 ] __ [ DOWN ] __ [ LLC ] _____
43 c0 01 2b 03 2b 2b 2b
43 0----- LLC Frame
    -1----- Command/SGSN or Response/Mobile
    --0---- spare
    ---0011 SAPI LL3
        110 LLC-UIformat
        00 Spare
000000000 Transmitter unconfirmed Sequenz number N(U) = 0
    0 Encryption funktion bit
    1 Protected Mode Bit

```

Bild 72: Quittung des Netzes für den Rahmen an der Zeitmarke 273163

7. Enhanced Data rates for Global Evolution

Im GSM und GPRS werden, wie im Lehrbrief „Die GSMDmKanäle“ beschrieben, in einem Zeitschlitz (im Normalburst) 156,25 Bit übertragen.

Das im GSM verwendete Übertragungsverfahren heißt *Gaussian Minimum Shift Keying GMSK*. Es handelt sich um eine einfache Phasenumtastung, bei der sich 2 Symbole (A und B) um 180° Phasenlage unterscheiden. Die physikalischen Details dieses Verfahrens (Behandlung der Symbole) sollen hier nicht behandelt werden.

7.1 Die Erhöhung der Bitrate durch Einführung der 8-PSK Modulation

Die Idee von EDGE beruht darauf, das Modulationsverfahren zu ändern. Es wird nicht zwischen 2 Phasen unterschieden sondern zwischen 8 Phasen. Benachbarte Symbole, A,B,C,D,E,F,G,H unterscheiden sich in der Phase um 45° . Während beim GMSK die zwei Zustände nur mit 0 oder 1 belegt werden können, sind den 8 Zuständen bei EDGE jeweils 3 Bit (000, ..., 111) zuordnbar.

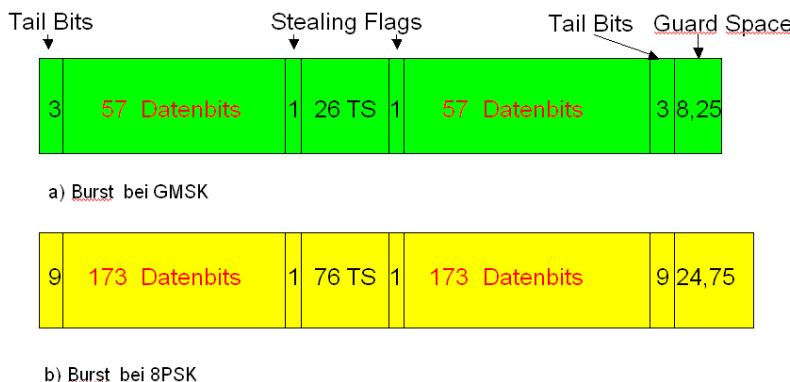


Bild 73: Die Verdreifachung der Anzahl der Bits im EDGE-Burst gegenüber dem Burst im GSM

Dadurch ergibt sich eine Verdreifachung der mit einem Burst übertragbaren Bits.

Aus Bild 73b ist zu erkennen, dass von den drei möglichen Stealingflags je zwei den Datenbits zugeschlagen werden, deren Anzahl sich dadurch auf $3 \times 57 + 2 = 173$ erhöht.

Im EDGE werden damit die in Bild 74 dargestellten 9 *Modulation and Coding Schemes* (MCS-1 bis MCS-9) definiert.

SCHEME	Modulation	Daten im Block	Datenrate pro Zeitschlitz
MCS-1	GMSK	176	8,8 kb/s
MCS-2	GMSK	224	11,2 kb/s
MCS-3	GMSK	296	14,8 kb/s
MCS-4	GMSK	352	17,6 kb/s
MCS-5	8-PSK	448	22,4 kb/s
MCS-6	8-PSK	592	29,6 kb/s
MCS-7	8-PSK	2 x 448	44,8 kb/s
MCS-8	8-PSK	2 x 544	54,4 kb/s
MCS-9	8-PSK	2 x 592	59,2 kb/s

Bild 74: Die erzielbaren Datenraten mit den verschiedenen Modulation und Coding Schemes

Auf die detaillierte Beschreibung des Hinzufügens von Redundanz zu den Informationsblöcken, Codierung mit einem 1/3 Convolutional Code und nachfolgend gezielter Entfernung von Bits (Punktierung), sodass die Daten in einem Radioblock von vier Bursts à 346 Bit untergebracht werden können, soll hier verzichtet werden.

Es sei lediglich erwähnt, dass MCS-4 und MCS-9 mit dem Kodierungsverhältnis 1, d.h. ohne Redundanz auskommen (vergl. Die Beschreibung der Kodierung des CS-4 im Abschnitt 2.2.4).

Da das OT 490 eine Multislot-Klasse 10 besitzt, können maximal 4 Zeitschlitzte downlink vom Netz zugeteilt werden. Man kommt damit in bei der downlink Datenrate in die Größenordnung von 200 kb/s. Man beachte dass eine „atmende“ UMTS Zelle häufig auch keine größere Datenrate zulässt.

Es ist zu bemerken, dass in den *Modulation and Coding Schemes 7 bis 9* jeweils 2 Blocks in 20 ms übertragen werden. Der Grund besteht offenbar darin, dass die Wiederholung kleinerer Blöcke effektiver ist als die Wiederholung der störanfälligeren großen Blöcke.

7.2 Die Header der Downlink Datenblöcke der MCS 1-9

Im Abschnitt 4 wurde die Übertragung von Radioblöcken über die Funkstrecke bei GPRS besprochen. An dem dort beschriebenen Prinzip ändert sich nichts, jedoch ist das Quittungsverfahren an die höhere Datenrate angepasst.

Zunächst soll der Aufbau der unterschiedlichen Blockheader beschrieben werden.

8	7	6	5	4	3	2	1	Bit				
TFI	RRBP		ES/P		Uplink State Flag USF							
BSN1	PR		TFI									
Block Sequence Number BSN 1												
Block Sequence Number BSN 2							BSN1					
CPS				BSN 2								

TFI: Gibt an zu welchem Temporären Blockfluss das Paket gehört

RRBP: Die MS hat im spezifizierten UL Radioblock einen PACCH Block zu senden

ES/P: Zeigt an ob das Relative Reserved Block Period Feld gültig ist oder nicht

USF: Gibt den Nutzer des nächsten UL Radioblocks auf dem gleichen Zeitschlitz an

PR: Leistungsminderung des gesendeten Blocks gegenüber dem BCCH Pegel

BSN: Absolute Blocksequenznummer Modulo 2048

CPS: Coding and Puncturing Scheme indicator

Bild 75: Header des Downlink Daten Blöcke für die MCS 7, 8, 9

Der Aufbau des Block-Headers in Bild 75 unterscheidet sich von dem im GPRS (Bild 32) nur durch die zweite Blocksequenz-Nummer und den Coding and Puncturing Scheme Indicator.

In GSM 05.03 ist angegeben welche Bitpositionen bei der Punktierung gestrichen werden.

8	7	6	5	4	3	2	1	Bit		
TFI	RRBP		ES/P		Uplink State Flag USF					
BSN1	PR		TFI							
Block Sequence Number BSN 1										
SPB			CPS			BSN1				

- TFI:** Gibt an zu welchem Temporären Blockfluss das das Paket gehört
RRBP: Die MS hat im spezifizierten UL Radioblock einen PACCH Bock zu senden
ES/P: Zeigt an ob das Relative Reserved Block Period Feld gültig ist oder nicht
USF: Gibt den Nutzer des nächsten UL Radioblocks auf dem gleichen Zeitschlitz an
PR: Leistungsminderung des gesendeten Blocks gegenüber dem BCCH Pegel
BSN: Absolute Blocksequenznummer Modulo 2048
CPS: Coding and Puncturing Scheme indicator
SPB: Split Block indicator field

Bild 76: Header des Downlink Daten Blöcke für die MCS 5, 6

8	7	6	5	4	3	2	1	Bit		
TFI	RRBP		ES/P		Uplink State Flag USF					
BSN1	PR		TFI							
Block Sequence Number BSN 1										
CPS			BSN1							

- TFI:** Gibt an zu welchem Temporären Blockfluss das das Paket gehört
RRBP: Die MS hat im spezifizierten UL Radioblock einen PACCH Bock zu senden
ES/P: Zeigt an ob das Relative Reserved Block Period Feld gültig ist oder nicht
USF: Gibt den Nutzer des nächsten UL Radioblocks auf dem gleichen Zeitschlitz an
PR: Leistungsminderung des gesendeten Blocks gegenüber dem BCCH Pegel
BSN: Absolute Blocksequenznummer Modulo 2048
CPS: Coding and Puncturing Scheme indicator

Bild 77: Header des Downlink Daten Blöcke für die MCS 1, 2, 3, 4

Beispiele für den Blockaufbau werden in den Abschnitten 7.4 und 7.5 gezeigt

7.2 Die Header der Uplink Datenblöcke der MCS 1-9

8	7	6	5	4	3	2	1	Bit
TFI		Countdown Value				SI	Retry	
Block Sequence Number BSN 1				Temporary Flow Identity TFI				
BSN 2		Block Sequence Number BSN 1						
Block Sequence Number BSN 2								
Spare	PI	RSB	Coding and Puncturing Scheme indicator				Spare	

TFI: gibt an zu welchem Temporären Blockfluss das das Paket gehört

Countdown Value: Die MS teilt mit wie viel Blöcke im akt. TBF noch zu senden sind

SI: Die MS setzt den Stall Indicator UL in allen RLC-Daten-Blocks gleich Null

Retry: =0 Die MS sendet die Channel Request Meldung einmal, =1 mehrmals

BSN: Absolute Blocksequenznummer Modulo 2048

PI: Packet Flow Indicator PFI, 0 = nicht vorhanden, 1 = vorhanden

RSB: Resent Block Bit, ist einer der Blocks bereits einmal wiederholt worden

Bild 78: Header der Uplink Daten Blöcke für die MCS 7, 8, 9

Der Inhalt des Headers in Bild 78 unterscheidet sich von dem GPRS-Header in Bild 30 nur durch das Vorhandensein einer zweiten BSN, des Resent Block Bits und eines Coding and Puncturing Scheme Indicators. In GSM 05.03 ist angegeben welche Bitpositionen bei der Punktierung gestrichen werden.

8	7	6	5	4	3	2	1	Bit
TFI		Countdown Value				SI	Retry	
Block Sequence Number BSN 1				Temporary Flow Identity TFI				
CPS		Block Sequence Number BSN 1						
Spare				PI	RSB	CPS	Spare	

TFI: gibt an zu welchem Temporären Blockfluss das das Paket gehört

Countdown Value: Die MS teilt mit wie viel Blöcke im akt. TBF noch zu senden sind

SI: Die MS setzt den Stall Indicator UL in allen RLC-Daten-Blocks gleich Null

Retry: = 0 Die MS sendet die Channel Request Meldung einmal, = 1 mehrmals

BSN: Absolute Blocksequenznummer Modulo 2048

PI: Packet Flow Indicator PFI, 0 = nicht vorhanden, 1 = vorhanden

RSB: Resent Block Bit, ist einer der Blocks bereits einmal wiederholt worden

CPS: Coding and Puncturing Scheme indicator

Bild 79: Header der Uplink Daten Blöcke für die MCS 5, 6

8	7	6	5	4	3	2	1	Bit
TFI		Countdown Value				SI	Retry	
Block Sequence Number BSN 1					Temporary Flow Identity TFI			
CPS		Block Sequence Number BSN 1						
Spare	PI	RSB	SPB		CPS			

TFI: gibt an zu welchem Temporären Blockfluss das das Paket gehört

Countdown Value: Die MS teilt mit wie viel Blöcke im akt. TBF noch zu senden sind

SI: Die MS setzt den Stall Indicator UL in allen RLC-Daten-Blocks gleich Null

Retry: = 0 Die MS sendet die Channel Request Meldung einmal, = 1 mehrmals

BSN: Absolute Blocksequenznummer Modulo 2048

PI: Packet Flow Indicator PFI, 0 = nicht vorhanden, 1 = vorhanden

RSB: Resent Block Bit, ist einer der Blocks bereits einmal wiederholt worden

SPB: Split Block indicator field

CPS: Coding and Puncturing Scheme indicator

Bild 80: Header der Uplink Daten Blöcke für die MCS 7, 8, 9

Das *Split Block Indicator field* SPB wird nur in den Headern der Uplink Daten Blöcke für die MCS 7, 8, 9 benutzt. Es zeigt an, ob eine Blockwiederholung in dem ersten oder zweiten Teilblock stattfindet.

Bits	SPB
2 1	
0 0	No retransmission
0 1	Reserved
1 0	Retransmission – first part of block
1 1	Retransmission – second part of block

Bild 81: Inhalt des Split Block indicator field (SPB) gemäß 3GPP TS 44.060

Beispiele für den Blockaufbau werden in den Abschnitten 7.4 und 7.5 gezeigt

7.4 Beginn des EDGE-Traces einer E-Mail -Session

Im Abschnitt 4.3 “Der Pakettransport über die Funkstrecke“ wurde in Bild 51 der Temporary Blockflow im GPRS gezeigt. Nachstehend, Bild 82, ist der vergleichbare Abschnitt eines EDGE-Traces dargestellt

229665 0x02 - NAS		Up	SM :ACTIVATE PDP CONTEXT REQ	0A 41 05 05 0B 02 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 02 01 21 28 11 08 69 6E 74
229675 0x03 - LAPD-m	CCCH	Down	(RR : PAGING REQUEST TYPE 1)	15 06 21 00 01 F0 2B
229676 0x03 - RadioRessource		Down	RR : PAGING REQUEST TYPE 1	06 21 00 01 F0 2B
229678 0x03 - LAPD-m	RACH	Up	RR CHANNEL REQUEST	
229681 0x03 - LAPD-m	CCCH	Down	(RR : PAGING REQUEST TYPE 1)	15 06 21 00 01 F0 2B
229681 0x00 - RadioRessource		Down	RR : PAGING REQUEST TYPE 1	06 21 00 01 F0 2B
229685 0x03 - LAPD-m	CCCH	Down	(RR : PAGING REQUEST TYPE 1)	15 06 21 00 01 F0 2B
229685 0x00 - RadioRessource		Down	RR : PAGING REQUEST TYPE 1	06 21 00 01 F0 2B
229691 0x03 - LAPD-m	CCCH	Down	(RR : IMMEDIATE ASSIGNMENT)	31 06 3F 10 0E 30 0B 7F 7A D1 04 01 3F 4A A5 08 30 80 41 2B 2B 2B 2B
229691 0x00 - RadioRessource		Down	RR : IMMEDIATE ASSIGNMENT	06 3F 10 0E 30 0B 7F 7A D1 04 01 3F 4A A5 08 30 80 41 2B 2B 2B 2B
229692 0x06 - LLC		Up	LLC control frame	01 C0 07 0A 41 05 05 0B 02 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 02 01 21 28 11 08
229703 UL MCS1, MCS2, MCS3, MCS4	4C 01 40 00	TFI=5	BSN=0	
229707 UL MCS1, MCS2, MCS3, MCS4	48 09 40 00	TFI=5	BSN=1	
229711 UL MCS1, MCS2, MCS3, MCS4	44 11 40 00	TFI=5	BSN=2	
229716 UL MCS1, MCS2, MCS3, MCS4	40 19 40 00	TFI=5	BSN=3	
229720 UL MCS1, MCS2, MCS3, MCS4	4C 01 80 00	TFI=5	BSN=0	
229724 UL MCS1, MCS2, MCS3, MCS4	48 09 80 00	TFI=5	BSN=1	
229729 UL MCS1, MCS2, MCS3, MCS4	44 11 80 00	TFI=5	BSN=2	
229729 0x01 - Rlc Control		Down	PACKET UPLINK ACK/NACK	41 24 0B 11 3D 39 5A C7 E0 87 B0 04 2B
229733 UL MCS1, MCS2, MCS3, MCS4	48 09 40 00	TFI=5	BSN=1	
229737 UL MCS1, MCS2, MCS3, MCS4	44 11 40 00	TFI=5	BSN=2	
229762 0x03 - LAPD-m	BCCH	Down	(RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 2)	59 06 1A 10 00 00 26 00 02 00 00 00 01 00 01 0B 00 00 00 08 9D 00 00
229762 0x00 - RadioRessource		Down	RR : SYSTEM INFORMATION TYPE 2	06 1A 10 00 00 26 00 02 00 00 00 01 00 01 0B 00 00 00 08 9D 00 00
229781 0x01 - Rlc Control		Down	PACKET UPLINK ACK/NACK	40 24 0B 11 3D 39 5A C7 E0 87 B0 04 2B
229785 0x01 - Rlc Control		Down	PACKET DOWNLINK ASSIGNMENT	40 08 05 00 12 18 96 00 40 32 01 2B
229802 DL MCS1, MCS2, MCS3, MCS4	98 02 00 16	TFI=5	BSN=0	
229807 DL MCS1, MCS2, MCS3, MCS4	80 42 00 16	TFI=5	BSN=1	
229811 DL MCS1, MCS2, MCS3, MCS4	98 82 00 12	TFI=5	BSN=2	
229811 0x06 - LLC		Down	LLC control frame	41 C0 07 8A 42 05 0B 13 92 1F 73 96 9B F7 74 06 9B F7 02 2B 06 01 21 50 E
229811 0x02 - NAS		Down	SM :ACTIVATE PDP CONTEXT ACC	8A 42 05 0B 13 92 1F 73 96 9B F7 74 06 9B F7 02 2B 06 01 21 50 BB 41 6D
229820 0x01 - Rlc Control		Up	EGRPS Packet Downlink Ack/Nack	40 20 AF 08 21 EC 02 0B 2B
229837 0x01 - Rlc Control		Down	PACKET UPLINK ACK/NACK	48 24 0B 11 3D 39 5A C7 E0 87 F0 0A 2B
229846 0x01 - Rlc Control		Up	PACKET CONTROL ACKNOWLEDGMENT	40 07 A7 2B 68 FF 2B
229850 DL MCS5, MCS6	98 C2 00 08	TFI=5	BSN=3	
229850 0x06 - LLC		Down	LLC control frame	43 C0 01 2B 2B 2B 2B 2B
229859 0x01 - Rlc Control		Up	EGRPS Packet Downlink Ack/Nack	40 20 AB FF 09 95 00 13 21 EC 02 0B 2B
229860 DL MCS5, MCS6	98 02 01 08	TFI=5	BSN=4	
229880 0x06 - LLC		Down	LLC control frame	43 C0 01 2B
229885 0x01 - Rlc Control		Down	PACKET UPLINK ASSIGNMENT	40 28 25 80 88 48 61 13 10 02 40 2B
229888 0x06 - LLC		Up	LLC control frame	05 FB 22 00 00 16 02 48 1A 02 48 2F 00 01 00
229889 0x01 - Rlc Control		Up	EGRPS Packet Downlink Ack/Nack	40 20 AB FF 00 21 EC 03 0B 2B
229889 DL MCS5, MCS6	98 42 01 08	TFI=5	BSN=5	
229893 UL MCS1, MCS2, MCS3, MCS4	80 01 40 00	TFI=6	BSN=0	
229898 0x01 - Rlc Control		Up	EGRPS Packet Downlink Ack/Nack	40 20 AB FF 00 21 EC 03 0B 2B
229902 UL MCS1, MCS2, MCS3, MCS4	80 01 80 00	TFI=6	BSN=0	
229906 UL MCS1, MCS2, MCS3, MCS4	80 01 40 00	TFI=6	BSN=0	
229911 UL MCS1, MCS2, MCS3, MCS4	80 01 80 00	TFI=6	BSN=0	
229915 UL MCS1, MCS2, MCS3, MCS4	80 01 40 00	TFI=6	BSN=0	

Bild 82: Exportierter Trace des Beginns einer E-Mail Session mit einkopierten Header-Blöcken

Der Mechanismus der Paketübertragung ist weitestgehend der gleiche. EDGE-spezifische Verschiedenheiten werden nachstehend beschrieben.

7.4.1 Die Header der Uplink-Blöcke

Wie im GPRS-Trace wird die Meldung SM ACTIVATE PDP CONTEXT REQUEST in einen LLC Rahmen gepackt und in 4 Blöcken (BSN0..3) übertragen. Der Aufbau des Headers des Blocks an der Zeitmarke 229703 ist mit EDGEView übersetzt in Bild 83 dargestellt. Da die Felder einer Reihe von Kennwerten in verschiedenen Oktetten liegen, ergibt sich eine Darstellung bei der die Reihenfolge der Ziffernblöcke bei der Berechnung der Werte vertauscht werden müssen. So muss man beim Lesen der Übersetzung beachten (Bild 77), dass die Bitreihenfolge des TFI = 00101 = 5

01-----001----- TFI

zu lesen ist. Das gleiche gilt für alle Zeilen in der Übersetzung der Headertraces.

```

0000000000000011100000101000111 1. Zeitmarke = 229703
:Header 1
0a 00001010 UL EDGE For MSC1, MSC2, MSC3, MSC4
00 00000000 Time Offset = 0
: Header Content
4c 01-----001----- TFI
--0011----- Count down Value
: Stall indicator (SI) bit
-----0----- MS RLC transmit window is not stalled
: Retry (R) bit
-----0----- MS sent channel request message once
: Block Sequence Number (BSN) field
-----00000----000000---- BSN1
: Coding and Puncturing Scheme indicator field for Header type 3
-----01-----00 MCS-3/P2
-----00---- reserved
: PFI Indicator (PI) bit
-----0---- PFI is not present
: Resent Block Bit (RSB)
-----0---- All of the RLC data blocks contained within the EGPRS
radio block are being transmitted for the first time
: Split Block indicator field (SPB)
-----00-- No retransmission

```

Bild 83: Header an der Zeitmarke 229703

Der Trace an der Zeitmarke 229703 (Bild 83) gehört einem MCS 3 Block. Wie im Zusammenhang mit dem Temporary Blockflow im GPRS (Bild 51) beschrieben, gehört die Quittung *PACKET UPLINK ACK/NACK* zwischen die Zeitmarken 229716 und 229720. Die Übersetzung der Meldung ist in Bild 84 dargestellt

```

____[ 2818 ]____[ 229729 ]____[ DOWN ]____[ RLC ]_____
41 24 0b 11 3d 39 5a c7 e0 87 b0 04 2b 2b 2b 2b 2b 2b 2b 2b
2b 2b 2b

: Begin MAC Header
41 01----- Payload Type : RLC/MAC block contains an RLC/MAC control block, without
opt. octets
--00---- Uplink block with TDMA framenumber = (N+13) mod 2715648
---0--- Suppl/Polling Bit : RRBP field is not valid
----001 Uplink state flag : USF = 1
: End MAC Header

001001-- MESSAGE TYPE : PACKET UPLINK ACK/NACK

: Core Parameter
----00 Page Mode : Normal Paging

00 Uplink TFI-Flag
00101 Uplink Temporary Flow Identity = 5

1 Message escape bit used to define EGPRS message contents

00 EGPRS Modulation and coding Scheme description
0100 EGPRS coding Scheme MCS-5
0 Retransmitted RLC data blocks shall not be re-segmented
1 The mobile station shall use pre-emptive transmission.
0 indicates that retransmission of a PACKET RESOURCE REQUEST message is not
requested
0 indicates that retransmission of an ADDITIONAL MS RADIO ACCESS CAPABILITIES
message is not requested
1 CONTENTION_RESOLUTION_TLLI = present
e9 11101001 TLLI
ca 11001010 TLLI
d6 11010110 TLLI
3f 00111111 TLLI
0 the mobile station is not allowed to request the establishment of new TBF

0 Packet Timing Advance IE not present
0 Packet Extended Timing Advance IE not present
0 Power Control Parameters IE
0 Extension Bits IE not present

1 LengthL

```

```

00001111 length L = 15
:FINAL_ACK_INDICATION
    0 retransmissions are requested and the TBF is incomplete.
:BEGINNING_OF_WINDOW
    1 SSN = (V(Q) +1) mod 2048
:END_OF_WINDOW
    1 [V(R) - 1] modulo SNS is included in the bitmap.

00000000010 STARTING_SEQUENCE_NUMBER = 2
    0 COMPRESSED_BITMAP_LENGTH not present

    0 Fixed Allocation Part not present

```

Bild 84: Die Meldung PACKET UPLINK ACK/NACK

Im Gegensatz zur Meldung in Bild 59 verzweigt die Meldung im Bild 84 in der Zeile

1 Message escape bit used to define EGPRS message contents

in die EDGE-spezifische Darstellung .

Der auffälligste Unterschied zur GPRS-spezifischen Darstellung (Bild 52) besteht darin, dass in Bild 84 keine „RECEIVE_Block_BIT_MAP“ enthalten ist sondern nur Hinweise zum Empfangs Fenster.

```

:BEGINNING_OF_WINDOW
    1 SSN = (V(Q) +1) mod 2048
:END_OF_WINDOW
    1 [V(R) - 1] modulo SNS is included in the bitmap.

```

Es sind folgende Größen definiert:

Die Anzahl der in einem TBF übertragbaren Blöcke, die einen Nummernraum bilden.

- Der *Sequence Number Space* (SNS), beträgt im GPRS 128 und im EDGE 2048
- Die Größe des Empfangsfensters (*Window Size WS*) ist in GPRS 64 und im EDGE 64 bis 1024

Es ist eine Sendezustands Variable V(S) definiert die Werte zwischen 0 und SNS-1 annehmen kann. Jeder EGPRS Datenblock enthält eine *Blocksequence Nummer* BSN von 11 Bit Länge die zu Beginn der Sendung eines RLC-Daten-Blocks auf den Wert der Sendezustands Variable V(S) gesetzt wird.

Die Empfangszustands Variable V (R) bezeichnet die höchste bisher empfangene BSN+1. Zu Beginn eines TBF wird V(R) = 0 gesetzt. Damit kann V(R) Werte zwischen 0 und SNS-1.

Die Empfangsfensterzustands Variable V(Q) bezeichnet die kleinste noch nicht empfangene BSN (modulo SNS), repräsentiert folglich den Startpunkt des Empfangsfensters. Zu Beginn des TBF wird V(Q) = 0 gesetzt. Folglich kann V(Q) Werte zwischen 0 und SNS-1 annehmen.

7.4.2 Das Packet Downlink Assignment

Mit dem TBF, gekennzeichnet durch den TFI=5 wird in den Zeitmarken 229703 bis 229737 die Meldung SM ACTIVATE CONTEXT REQUEST übertragen.

An der Zeitmarke 229785 wird dieser TBF durch die Anweisung PACKET DOWNLINK ASSIGNMENT bei gleichem TFI umgewidmet in die Gegenrichtung um die Meldung SM ACTIVATE CONTEXT ACCEPT vom Netz zum Mobile zu übertragen.

```

_____ [ 2814 ]____[ 229785 ]____[ DOWN ]____[ RLC ]_____
40 08 05 00 12 18 96 00 40 32 01 2b 2b 2b 2b 2b 2b 2b 2b 2b
2b 2b 2b

: Begin MAC Header
40 01----- Payload Type : RLC/MAC block contains an RLC/MAC control block, without
opt. octets
--00---- Uplink block with TDMA framenumber = (N+13) mod 2715648
----0--- Suppl/Polling Bit : RRBP field is not valid
----000 Uplink state flag : USF = 0
: End MAC Header
000010-- PACKET DOWNLINK ASSIGNMENT
:Page Mode
-----00 Normal Paging
:Persistence_Level
    0 Persistence_Level not present
    0 Global TFI IE
    0 UPLINK_TFI present
00101 UPLINK_TFI = 5

    0 Message escape
:MAC_MODE
    00 Dynamic Allocation
:RLC_MODE
    0 RLC acknowledged mode
:CONTROL_ACK
    0 no meaning
:TIMESLOT_ALLOCATION
    00000010 1 means Timeslot is assigned

:Packet Timing Advance IE
    0 Timing_Advance_Value not present
    1 TIMING_ADVANCE_INDEX and Timeslot_Number = present
    0000 TIMING_ADVANCE_INDEX 0
    110 TIMING_ADVANCE_TIMESLOT_NUMBER = 6
:p0
    0 not present
:Frequency Parameters IE
    0 not present
:DOWNLINK_TFI_ASSIGNMENT
    1 DOWNLINK_TFI_ASSIGNMENT present
    00101 DOWNLINK_TFI = 5
:Power Control Parameters
    1 Power Control Parameters IE on
    0000 ALPHA power control parameter 0
    0 switch GAMMA_TN0 = off
    0 switch GAMMA_TN1 = off
    0 switch GAMMA_TN2 = off
    0 switch GAMMA_TN3 = off
    0 switch GAMMA_TN4 = off
    0 switch GAMMA_TN5 = off
    1 GAMMA_TN6 = present
    00000 GAMMA_TN6 : 0x2 dB
    0 switch GAMMA_TN7 = off
:TBF Starting Time
    0 not present
    0 Measurement Mapping absent
:Additional contents for Release 1999
    1 contents for Release 1999 present
:EGPRS Window Size
    1 EGPRS Window Size Down IE present
    00100 192 (maximum window size for a 1 timeslot TBF)
:LINK_QUALITY_MEASUREMENT_MODE
    00 The MS shall not report either interference measurements (values) or per slot
        BEP measurements.
:BEP_PERIOD2
    0 not present
:Packet Extended Timing Advance
    0 not present
:COMPACT reduced MA IE
    0 not present

```

Bild 85: Die Meldung PACKET DOWNLINK ASSIGNMENT

7.4.3 Das Packet Uplink Assignment

An der Zeitmarke 229885 wird mit Hilfe des Kommandos PACKET UPLINK ASSIGNMENT ein neuer TBF erzeugt.

```

____[ 2804 ]____[ 229885 ]____[ DOWN ]____[ RLC ]_____
40 28 25 80 88 48 61 13 10 02 40 2b 2b 2b 2b 2b 2b 2b 2b 2b
2b 2b 2b

: Begin MAC Header
40 01----- Payload Type : RLC/MAC block contains an RLC/MAC control block, without
opt. octets
--00---- Uplink block with TDMA framenumber = (N+13) mod 2715648
----0--- Suppl/Polling Bit : RRBP field is not valid
----000 Uplink state flag : USF = 0
: End MAC Header

001010-- MESSAGE TYPE : PACKET UPLINK ASSIGNMENT
-----00 Page Mode : Normal Paging

0 Persistence Level = not present
: Global TFI
0 Global TFI = on
1----- DOWNLINK_TFI
-00101 Temporary Flow Identity = 5
: End Global TFI

1 Message escape bit used to define EGPRS message contents
00 switch
0 CONTENTION_RESOLUTION_TLLI not present
0 COMPACT reduced MA IE not present
: EGPRS Channel Coding Command
0001 MCS-2
0 Retransmitted RLC data blocks shall not be resegmented

: EGPRS Window Size
00100 192 (maximum window size for a 1 timeslot TBF)
0 Access Technologies Request not present
: ARAC RETRANSMISSION REQUEST
0 indicates that retransmission of an ADDITIONAL MS RADIO ACCESS CAPABILITIES
message is not requested
:TLLI_BLOCK_CHANNEL_CODING
1 the mobile station shall use the value commanded in the
(EGPRS)CHANNEL_CODING_COMMAND field
:BEP_PERIOD2
0 BEP_PERIOD2 not present
:Timing Advance
0 Timing_Advance_Value not present
1 TIMING_ADVANCE_INDEX and Timeslot_Number = present
0000 TIMING_ADVANCE_INDEX 0
110 TIMING_ADVANCE_TIMESLOT_NUMBER = 6

0 Packet Extended Timing Advance not present

: Frequency Parameters
0 Frequency Parameters IE not present
: Dynamic Allocation
01 Dynamic Allocation struct present

: Dynamic Allocation
0 Dynamic Allocation
0 switch PO off
0 USF_GRANULARITY : the mobile station shall transmit one RLC/MAC block
1----- UPLINK_TFI_ASSIGNMENT: present
-00110 UPLINK_TFI_ASSIGNMENT: 6
0 RLC_DATA_BL_GRANTED : off
0 Starting framenumber Description IE = not present
1----- Timeslot Allocation with Power Control Parameters
-0000 ALPHA : 0
0 switch USF_TN0 : off
0 switch USF_TN1 : off
0 switch USF_TN2 : off
0 switch USF_TN3 : off
0 switch USF_TN4 : off
0 switch USF_TN5 : off
1 switch USF_TN6: on
001----- USF_TN6 : 1
---00000 GAMMA_TN6 : 0
0 switch USF_TN7 : off

```

Bild 86: Die Meldung PACKET UPLINK ASSIGNMENT

Zusammenfassend lässt sich am Beispiel Bild 82 zeigen, dass der Temporary Blockflow zu Beginn der Datenübertragung durch die Meldung IMMEDIATE ASSIGNMENT und im weiteren Verlauf durch die Meldungen PACKET DOWNLINK ASSIGNMENT bzw. PACKET UPLINK ASSIGNMENT festgelegt wird.

Die Quittung dieser Meldungen erfolgt jeweils durch die Meldung PACKET CONTROL
ACKNOWLEDGEMENT (Bild87), die an den Zeitmarken 229846 und 229928 zu finden ist. Letztere
ist im Bild 82 nicht mehr enthalten

```
[ 2795 ] [ 229928 ] [ UP ] [ RLC ] _____  
40 07 a7 2b 58 ff 2b  
2b 2b 2b  
  
: Begin MAC Header  
40 01---- Payload Type : RLC/MAC block contains an RLC/MAC control block, without  
opt. octets  
--00000- Spare  
-----0 Retry Bit: MS sent channel request message once  
: End MAC Header  
  
000001 MESSAGE TYPE : PACKET CONTROL ACKNOWLEDGEMENT  
  
: TLLI  
11101001 Temp.Log.Link Identity  
11001010 Temp.Log.Link Identity  
11010110 Temp.Log.Link Identity  
00111111 Temp.Log.Link Identity  
: End TLLI  
  
11 CTRL ACK : 3
```

Bild 86: Die Meldung PACKET CONTROL ACKNOWLEDGEMENT

Die Temporary Logical Link Identity TLLI in Bild 86 entspricht erwartungsgemäß der in Bild 84.

7.5 Datenübertragung mit MCS-9 in der E-Mail-Session

Es ist von Interesse inwiefern beim Download der E-Mails die Leistungsparameter von EDGE ausgeschöpft, d.h. Blöcke mit Header Type 1 eingesetzt werden

In Bild 87 ist ein Ausschnitt aus der Session dargestellt, deren Beginn in Bild 82 gezeigt ist.

Bild 87: Übertragung eines LLC-Rahmens durch Blöcke mit MCS-9

Wie aus den Blocksequenznummern hervorgeht ist der TBF mit der Nummer 14 Bestandteil einer längeren Datenübertragung, des erwähnten E-Mail-Downloads. Im Beispiel sind mehrere TBF's enthalten die höchste BSN in zahlreichen TBF's ist 2047, was den Ausführungen im Abschnitt 7.4.1 entspricht.

Bemerkenswert ist, dass im MCS-9 hier der zweite Block mit der BSN2 leer gelassen wird.

Bild 88 zeigt die Entschlüsselung der Header aus Bild 87. Wie im Abschnitt 7.4.1 erklärt ist bei der Berechnung der Zahlenwerte von TFI und BSN die Reihenfolge der Binärfolgen zu beachten.

Digitized by srujanika@gmail.com

```

: Header 15
05 00000101 DL EDGE for MSC7, MSC8, MSC9
45 01000101 Time Offset = 69
: Header Content
00 0-----0111----- Temporary Flow Identity (TFI)
    -00----- Relative Reserved Block Period RRBP
:EGPRS Supplementary/Polling (ES/P) Field
    ---00----- RRBP field is not valid (no Polling)
    -----000----- Uplink state flag (USF) = 0
    -----00-----00001111----0----- Block Sequence Number BSN1
:Power Reduction (PR) field
    -----00----- 0 dB (included) to 3 dB (excluded)
less than BCCH level- P0
    -----0000001-----000 Block Sequence NumberBSN2
:Coding and Puncturing Scheme indicator field for Header type 1
    -----00000--- (MCS-9/P1 ; MCS-9/P1)

=====
: Header 16
05 00000101 DL EDGE for MSC7, MSC8, MSC9
4a 01001010 Time Offset = 74
: Header Content
00 0-----0111----- Temporary Flow Identity (TFI)
    -00----- Relative Reserved Block Period RRBP
:EGPRS Supplementary/Polling (ES/P) Field
    ---00----- RRBP field is not valid (no Polling)
    -----000----- Uplink state flag (USF) = 0
    -----10-----00001111----0----- Block Sequence Number BSN1
:Power Reduction (PR) field
    -----00----- 0 dB (included) to 3 dB (excluded)
less than BCCH level- P0
    -----0000001-----000 Block Sequence NumberBSN2
:Coding and Puncturing Scheme indicator field for Header type 1
    -----00000--- (MCS-9/P1 ; MCS-9/P1)

=====
: Header 17
05 00000101 DL EDGE for MSC7, MSC8, MSC9
4e 01001110 Time Offset = 78
: Header Content
00 0-----0111----- Temporary Flow Identity (TFI)
    -00----- Relative Reserved Block Period RRBP
:EGPRS Supplementary/Polling (ES/P) Field
    ---00----- RRBP field is not valid (no Polling)
    -----000----- Uplink state flag (USF) = 0
    -----00-----00010000----0----- Block Sequence Number BSN1
:Power Reduction (PR) field
    -----00----- 0 dB (included) to 3 dB (excluded)
less than BCCH level- P0
    -----0000001-----000 Block Sequence NumberBSN2
:Coding and Puncturing Scheme indicator field for Header type 1
    -----00000--- (MCS-9/P1 ; MCS-9/P1)

=====
```

Bild 88: Entschlüsselung des Inhaltes der Blockheader aus Bild 87

8. Schlussbemerkung

In den vorstehenden Kapiteln ist ein Stück Wissenschaftsgeschichte beschrieben die von den 60iger Jahren des vorigen Jahrhunderts bis heute reicht. Es ist die Geschichte des Internetprotokolls, das die

Entwickler des ARPA-Netzes erfunden haben und das sich gegen alle Konkurrenzprotokolle wie NETBUI oder IPX und sogar gegen die OSI-Vorschriften durchgesetzt hat. Das Internet Protokoll, oder kurz IP, hat seine Flexibilität bewiesen, da es über die verschiedenen Trägermedien einsetzbar ist. In diesem Lehrbrief wurde sein Einsatz über Mobilfunkstrecken beschrieben. Dabei wurde der Stand der Technik beschrieben wie er uns in der Praxis gegenübertritt. Der Ist-Stand konnte mit einem Trace-Mobile OT490 der Firma SAGEM aufgenommen werden, wobei die Hex-Strings des Message-Logs mit einem, von Herrn Sebastian Göller geschriebenen Übersetzer, mit Namen EDGEView in ETS-konforme Meldungen und Informationselemente abgebildet wurden.

Die Entwicklung geht sehr schnell weiter. Die ersten UMA/GAN Mobiles (UMA = Unlicensed Mobile Access, GAN= Generic Access Network) sind auf dem Markt, sie gestatten an HOT Spots über WiFi mittels Voice over IP zu sprechen und außerhalb deren Reichweite ein Handover ins GSM durchzuführen. Über diese Technik ist ggf. als Nächstes auf dieser Webseite nachzulesen ☺

9. Literatur

9.1 Bücher

[1] Eine praxisorientierte Einführung in Moderne Netzwerk-Zugangstechnologien.
GPRS-Gateway zu Mobilfunknetzen der 3. Generation, von Gunnar Heine und Holger Sagkob,
Franzis' Verlag GmbH, 2001. ISBN 3-7723-4553-0

[2] Ein Ebook (im PDF-Format) über 70 Jahre Technikgeschichte und das Engagement des Autors
in dieser Zeit: "Vom Raumschiff Enterprise zur Keksschachtel", von Joachim Göller,
EPV-Verlag Duderstadt, ISBN-13:978-3-936318-86-9.
www.epv-verlag.de/epv/ebooks/vom-raumschiff-enterprise-zur-keksschachtel.php

[3] Ein Lehrheft in dem die GSM-Dm-Kanäle in Dialogform beschrieben werden, wobei auf der
beiliegenden CD u.a. Beispieltrace des ISDN-D-Kanals und der GSM-Dm-Kanäle mit den Tracetools
TraceView und GSMView übersetzt werden können:
Die GSM-Dm Kanäle im Dialog, von Joachim Göller, EPV-Verlag Duderstadt, ISBN 987-3-936318-
00-5

[4] Eine CD, die einen Experimentalvortrag mit 90 PowerPoint Folien enthält, Übungen auf 20Power-
Point Folien, die Traceübersetzungswerzeuge EDGEView, sowie diesen Lehrtext. *CBT-CD von*
Joachim Göller und Tracemobile SAGEM OT 490, EPV-Verlag Duderstadt, EPV-Best.-
Nr.:GPRS/EDGE

9.2 Technische Spezifikationen

[1] 3GPP TS 22.060 version 6.0.0 Release 6
Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile
Telecommunications System (UMTS); General Packet Radio Service (GPRS);
Service description; Stage 1

[2] 3GPP TS 24.008 version 5.6.0 Release 5
Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications
System (UMTS); Mobile radio interface Layer 3 specification; Core network protocols;
Stage 3

[3] 3GPP TS 44.018 version 6.16.0 Release 6
Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Mobile radio interface layer 3 specification;
Radio Resource Control (RRC) protocol

[4] 3GPP TS 44.060 version 6.16.0 Release 6
Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); General Packet Radio Service (GPRS);
Mobile Station (MS) - Base Station System (BSS) interface; Radio Link Control / Medium Access
Control (RLC/MAC) protocol

[5] 3GPP TS 04.64 version 8.7.0 Release 1999
Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); General Packet Radio Service (GPRS);
Mobile Station - Serving GPRS Support Node (MS-SGSN) Logical Link Control (LLC) layer
specification

[6] 3GPP TS 04.65 version 8.2.0 Release 1999

Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); General Packet Radio Service (GPRS);
Mobile Station (MS) - Serving GPRS Support Node (SGSN); Subnetwork Dependent Convergence
Protocol (SNDCP)

02.12.07 V 1.0