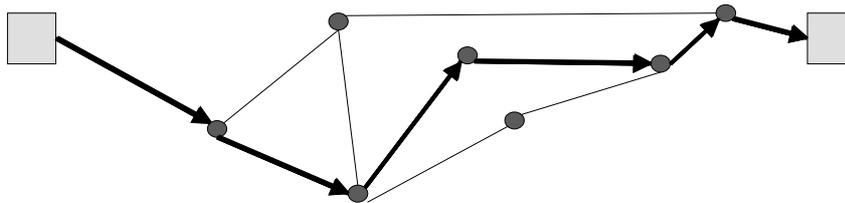


## Datenkommunikation in Mobilnetzen

- Warum?
  - Mehrwertdienste innerhalb des Mobilfunknetzes
    - Web-Zugang
    - E-mail
    - Online-Banking, ...
  - Mobiler Zugang zum Internet für externe Geräte
    - Laptop
    - PDA
  - Multimedia- und Videodienste (?)
- Probleme bei klassischem GSM
  - Langwieriger Verbindungsaufbau
  - Geringe Datenrate
  - Zeitabhängige Kosten
  
  - Ursache ist vorgegebene circuit-switched Kommunikation

## Circuit-Switched

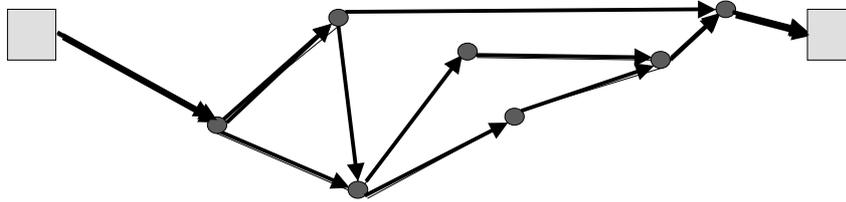


1. Verbindungsaufbau  
Reserviert Ressourcen im Netz (Kanäle)
2. Übertragung  
alle Datenpakete nutzen die gleiche reservierte Verbindung

### Eigenschaften

- lange Verbindungsaufbauzeit
- Geringer Delay bei Übertragung
- Garantierte Bandbreite
  
- gut für Echtzeitanwendungen (Sprache, Video)
- Telephonie

## Packet-Switched



1. Kein Verbindungsaufbau  
always-on
2. Übertragung  
alle Datenpakete können unterschiedliche  
Wege nutzen

### Eigenschaften

- Keine Verbindungsaufbauzeit
- Delay variabel
- Paketverlust möglich
- Keine garantierte Bandbreite
  
- IP, (ATM)

## Prinzipielle Verbesserung ist möglich durch

1. **Bessere Ressourcenausnutzung**
  - Kanalbündelung: Nutzung von mehr als einem Time-Slot (max. 8)
    - Im normalen Betrieb sind meist Ressourcen verfügbar
    - Statisch oder dynamisch möglich
  - Erfordert Erweiterung der Basisstationen und der Handies
2. **Verringern des Overheads**
  - Keine Fehlererkennung /-korrektur auf der Luftschnittstelle
    - Nettodatenrate von 14,4 kbit/s bis 21,4 kbit/s erreichbar
  - Dafür Fehlerprozeduren auf höheren Protokollschichten
  - Erfordert Erweiterung der Basisstationen und der Handies
3. **neue Modulationstechniken**
  - z.B. CDMA
  - Erfordert Erweiterung der Basisstationen und der Handies
4. **Angepasste Technologieauswahl**
  - Circuit-Switching/Packet-Switching

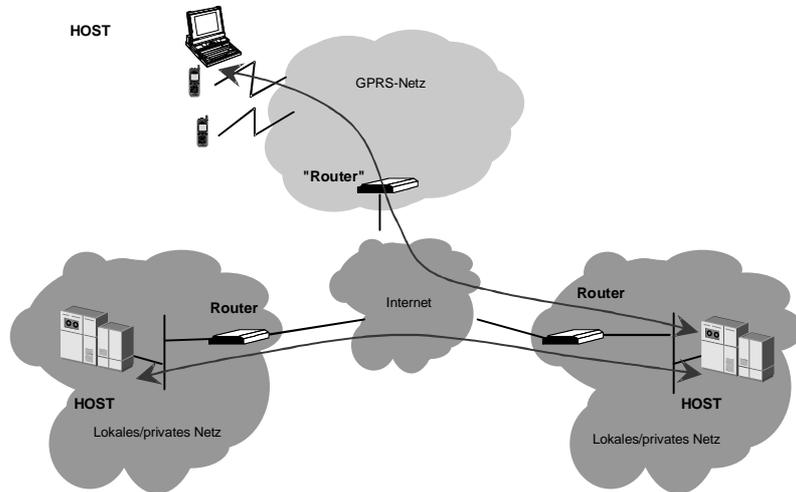
- **GSM Phase 2+ umfaßt drei neue Techniken für die Datenkommunikation**
  - General Packet Radio Service (GPRS)
    - Paket-vermittelt
    - Kanalbündelung + Overhead-Reduktion
  - High Speed Circuit Switched Data (HSCSD)
    - Leitungsvermittelt
    - Kanalbündelung + Overhead-Reduktion
  - Enhanced Data Rates for the GSM Evolution (EDGE)
    - Neues Modulationsverfahren
    - Erweitert GPRS oder HSCSD
- **Alle Techniken steigern die maximal mögliche Datenrate**

## GPRS

### Eigenschaften

- **GPRS ist packet switched**
  - Ressourcen werden nur in Anspruch genommen, wenn Daten gesendet/empfangen werden
- **Flexible Kanalzuordnung**
  - 1-8 time slots
  - Aktive Nutzer teilen sich die verfügbaren Ressourcen
  - Upstream- und downstream-Kanäle werden separat genutzt
  - GPRS und „normale“ GSM-Dienste können timeslots alternativ nutzen
- **Geeignete Verkehrscharakteristik**
  - Wechselhafte, burst-artige Datenübertragung
  - Häufige Übertragung kleiner Datenvolumina
  - Seltene Übertragung großer Datenvolumina

## Externe Sicht

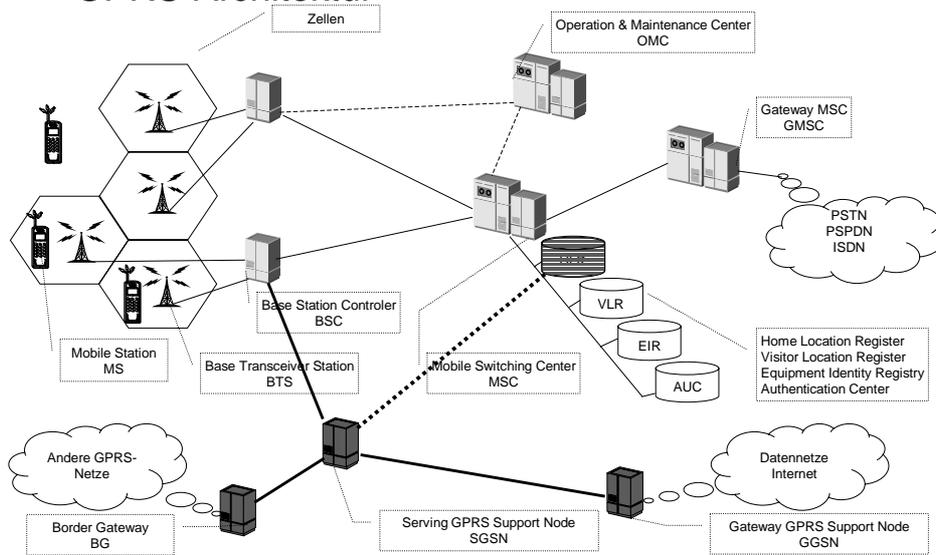


Heterogene Systeme

Eckhardt Holz

7

## GPRS-Architektur



Heterogene Systeme

Eckhardt Holz

8

### SGSN - Serving GPRS Support Node

- Funktionell an BSC angebunden
  - Kann sich physisch am BSC oder MSC befinden
  - BSC-SGSN-Anbindung: n:1, 1:1, 1:n
  - Ein SGSN kann BSC's mehrerer MSC's unterstützen
- Hauptfunktionen
  - Authentifizierung der GPRS-MS (IMSI etc)
  - Registrierung der Handies im GPRS-Netz
  - Mobilitätsmanagement
  - Weiterleitung des Datenverkehrs von/zu Handies
    - MO – Mobile Originated, MT – Mobile Terminated
  - TCP/IP Header Compression, V.42bis Data Compression
  - Fehlerüberwachung auf Verbindung MS - SGSN
  - Sammlung von Abrechnungsinformationen für Nutzung der Luftschnittstelle

### GGSN – Gateway GPRS Support Node

- Üblicherweise einem MSC zugeordnet
  - Ein oder mehrere pro Netzbetreiber
- Hauptfunktionen
  - Interface zu externen Datennetzen
  - Korrespondiert zu einem Router in klassischen Datennetzen
    - Leitet Nutzerdaten (von außen) an den entsprechenden SGSN
    - Leitet Nutzerdaten (vom Mobilteil) an das entsprechende Ziel weiter
  - Verkehrsfilterung
    - Nur weiterleiten wenn GPRS aktiviert ist
  - Sammlung von Abrechnungsinformationen über die Nutzung des Datennetzes

### **BG - Border Gateway**

- Keine standardisierte GPRS-Komponente
- Routing von Paketen zwischen SGSN/GGSN verschiedener Netzbetreiber
- Schutz vor Eindringlingen

### **DNS - Domain Name Server**

- Wie klassischen Datennetzen

### **Charging Gateway**

- Sammlung der Abrechnungsinformationen aus SGSN und GGSN
- Anbindung an netzinternen Abrechnungsmechanismus

### **PTM-SC - Point to Multipoint -Service Center**

- Downlink: broadcast
- Uplink: Gruppenruf
- Geografisch begrenzte Reichweite

### **• Verbindung der GPRS-Komponenten (Backbone)**

- Basiert auf nicht-öffentlichen IP-Netzen
  - IPv6
  - IPv4
- Intra-PLMN backbone
  - Innerhalb eines Betreibers
  - Betreiber entscheidet über Technologie
    - LAN, ATM, ISDN, ...
- Inter-PLMN backbone
  - Zwischen verschiedenen Betreibern
  - Dient dem GPRS Roaming
  - Bestandteil eines Roaming-Agreements



## GPRS-Operationen

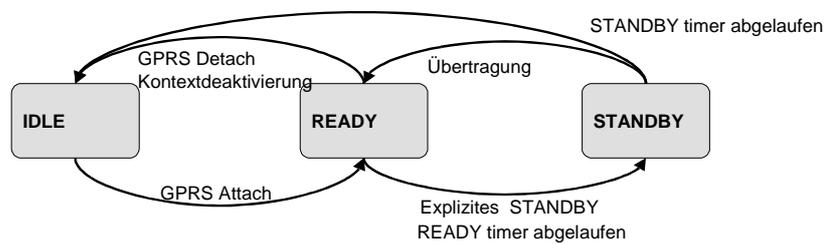
- **Authentifizierung**
  - Durch SGSN
  - Wie bei GSM-Authentifizierung durch MSC
  - SGSN authentifiziert MS, nicht umgekehrt!
- **Schlüsselverwaltung**
  - $K_c$  wie bei GSM erzeugt
- **Verschlüsselung**
  - Für GPRS optimierter Algorithmus (GPRS-A5)
  - Nur zwischen MS und SGSN
- **Datenschutz**
  - IMSI wird nur genutzt, wenn keine temporäre Identifikation vorhanden
  - Temporary Logical Link Identifier statt TMSI

- Ein Mobilteil muß sich selbst an einem GPRS-Netz anmelden
  - Attach
  - Detach zum abmelden
- **Aufgaben**
  - Authentifikation
  - Schlüsselerzeugung
  - Verschlüsselung einschalten
  - Temporäre Identifikation zuordnen
  - Teilnehmerprofil vom HLR zu SGSN kopieren
- **Ergebnis**
  - Aktuelle Lokation der MS ist bekannt
  - Verschlüsselte Kommunikation zwischen MS und SGSN ist möglich
  - Abrechnungsinformationen werden gesammelt
  - MS erhält ein oder mehrere PDP-Adressen zugeordnet

### Drei verschiedene Zustände der MS

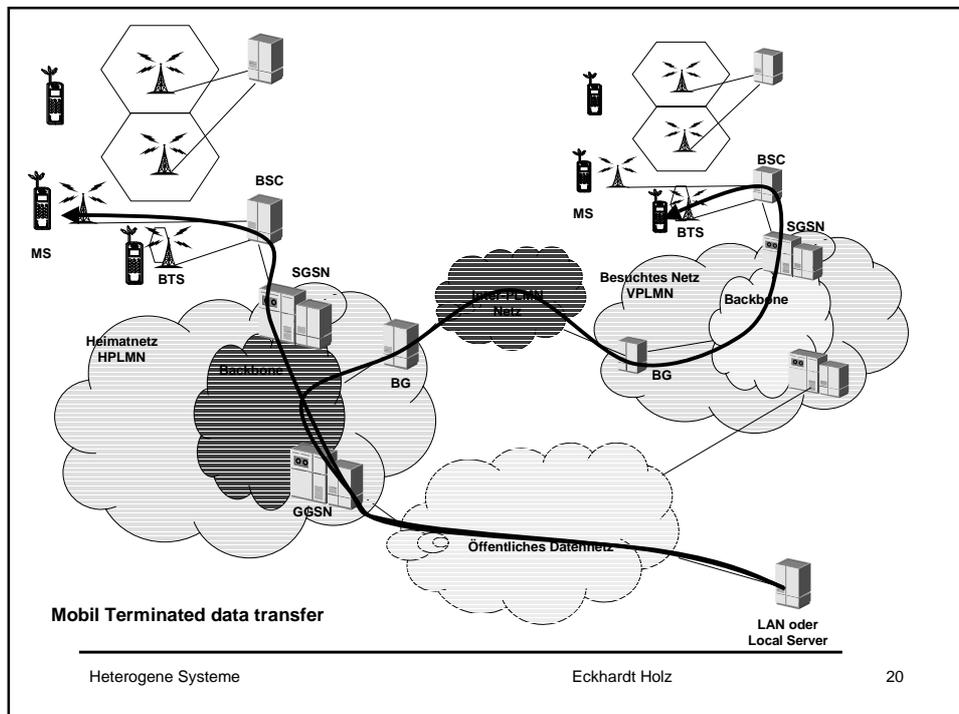
- **IDLE:**
  - MS ist dem Netz (SGSN) nicht bekannt
- **STANDBY:**
  - MS-Lokation ist mit Routing-Area-Genauigkeit bekannt
  - Discontinuous Reception zum Energiesparen möglich
  - MS muß Änderungen des Routing-Areas mitteilen
  - Vor Übertragung zur MS (mobile terminated - MT) muß diese gerufen werden (paging)
  - Mobile originated (MO) Übertragung ist sofort möglich
- **READY:**
  - MS-Lokation ist mit Zell-Genauigkeit bekannt
  - MS muß Änderungen der Zelle mitteilen
  - Mobile originated (MO) Übertragung ist sofort möglich
  - Mobile terminated ist ohne paging möglich

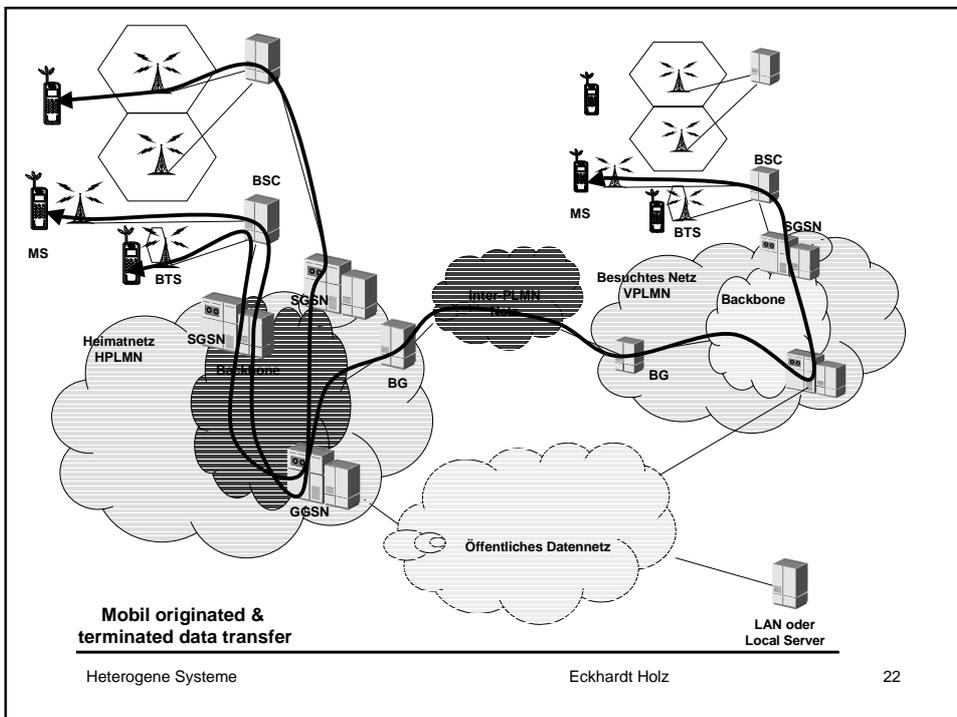
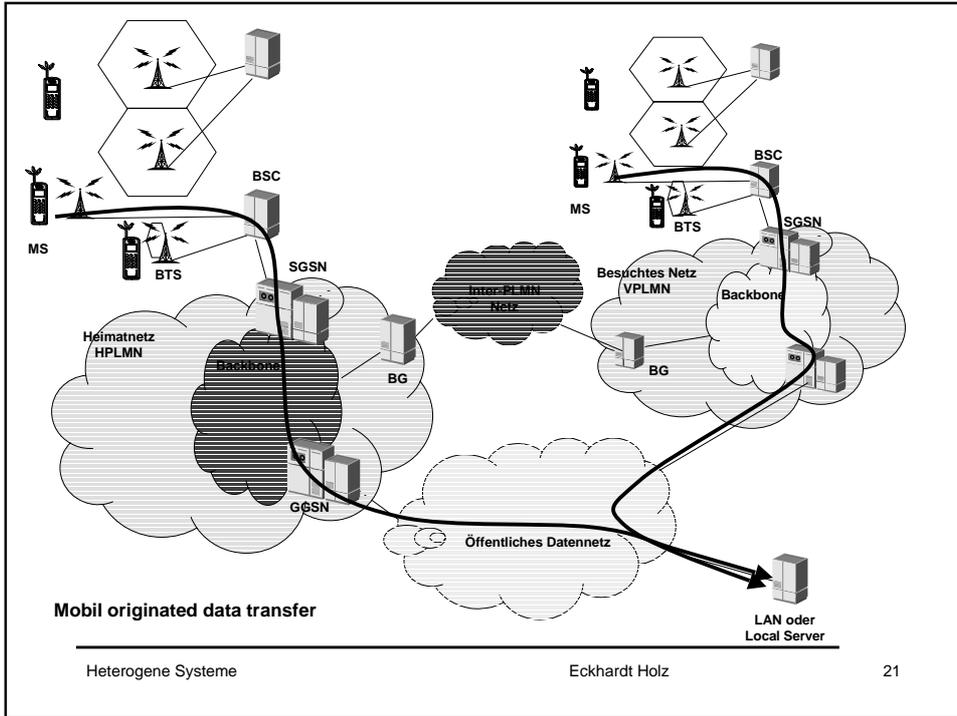
### Zustandsmodell (MS)



## Datenübertragung

- Grundprinzip
  - Tunnelung
  - Nutzerdaten-Pakete und –signalisierung werden transparent zum Endpunkt weitergeleitet
    - Transmission Plane
  - Steuerung durch zusätzliche Signalisierung
    - Tunnel-Aufbau und Parameter
    - Signalling Plane



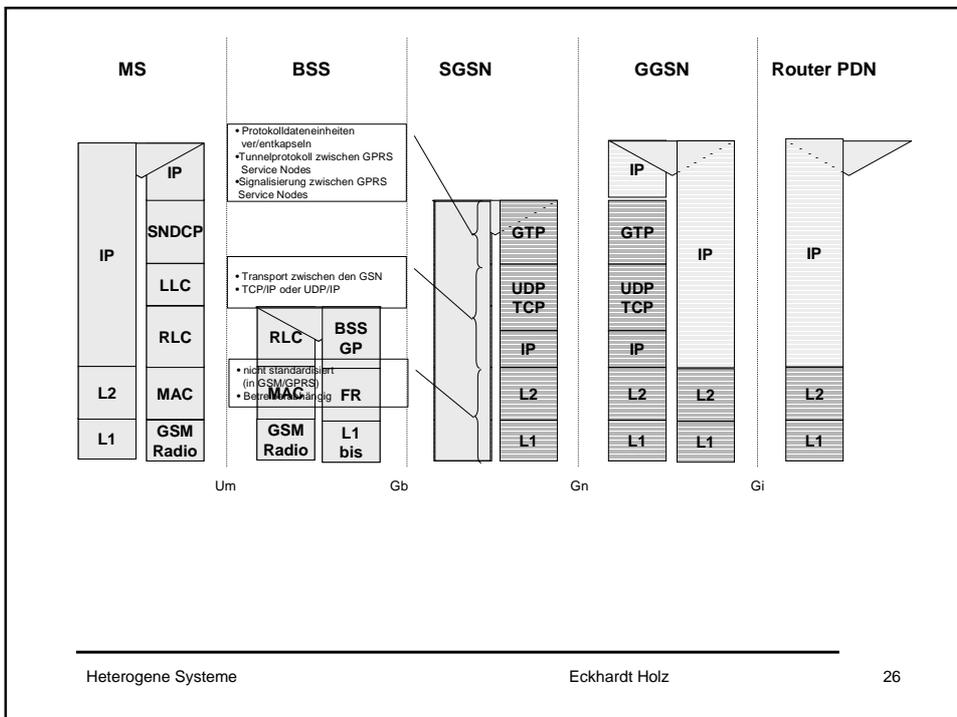
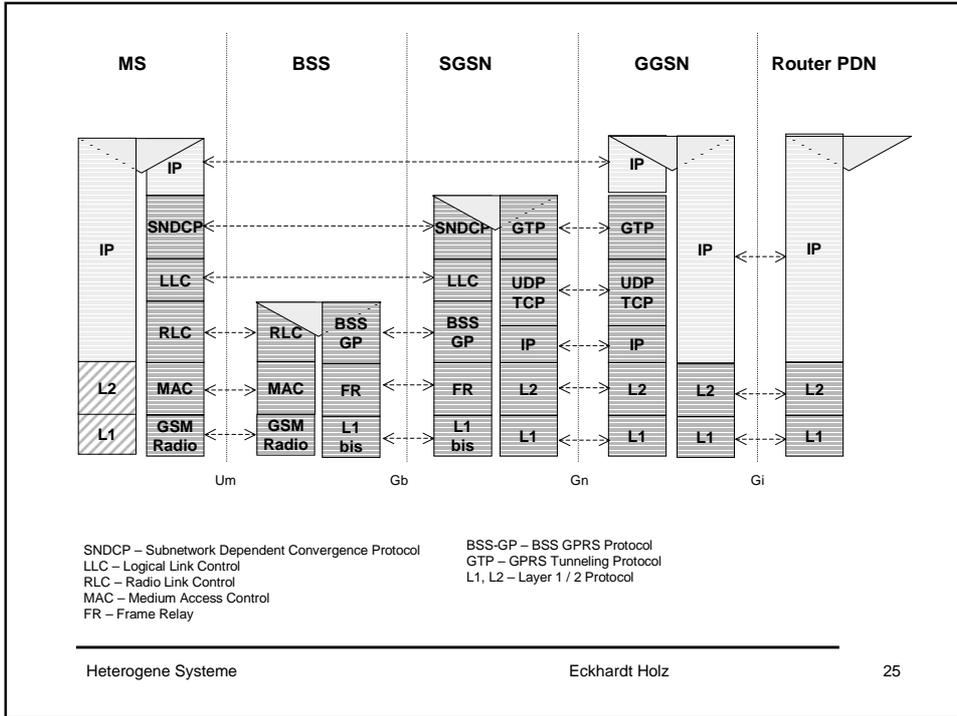


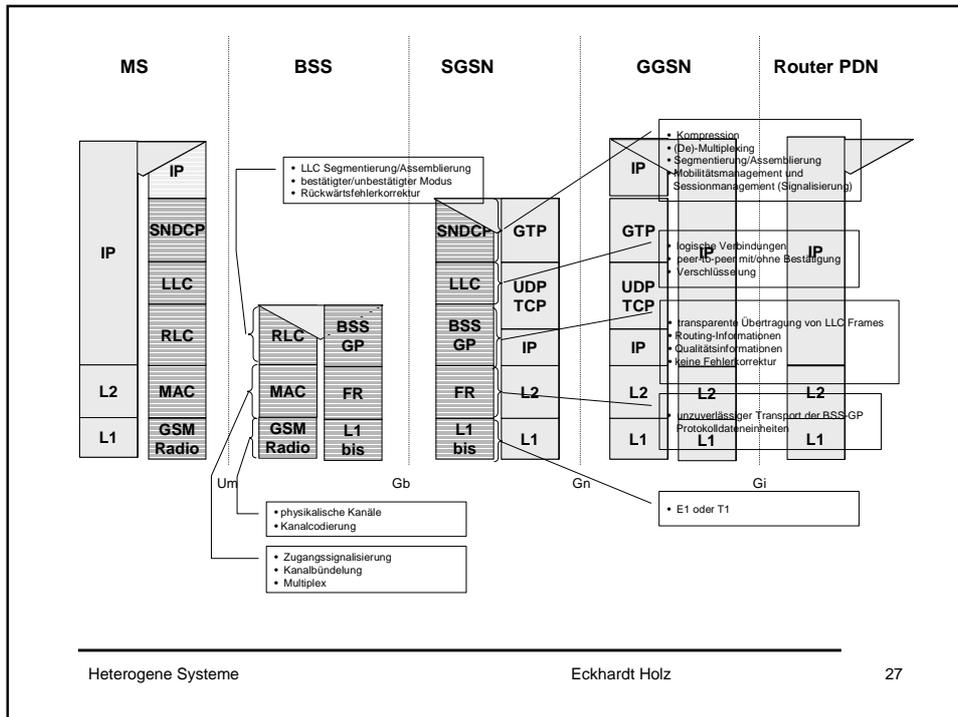
## Klassifikation von Mobilteilen

- Class A:
  - Simultan GPRS und konventioneller GSM Betrieb
  - Simultan Circuit-Switched-Rufe und GPRS-Datentransfer
- Class B:
  - Simultan GPRS und konventioneller GSM Betrieb
  - Achtet auf Paging für Circuit-Switched und GPRS-Betrieb (via GPRS)
  - Entweder Circuit-Switched-Rufe oder GPRS-Datentransfer, aber nicht gleichzeitig
- Class C:
  - Alternativ GPRS oder GSM-Betrieb
  - Keine simultanen Operationen
  - Auch nur-GPRS-Geräte möglich

## Zuordnung von Funktionalitäten

Function	MS	BSS	SGSN	GGSN	HLR
<b>Network Access Control</b>					
Registration					x
Authentication and Authorisation	x		x		x
Admission Control	x	x	x		
Message Screening				x	
Packet Terminal Adaptation	x				
Charging Data Collection			x	x	
<b>Packet routing and Transfer</b>					
Relay	x	x	x	x	
routing	x	x	x	x	
Address Translation and Mapping	x		x	x	
Encapsulation	x		x	x	
Tunnelling			x	x	
Compression	x		x		
Ciphering	x		x		x
Domain Name Server			x		
<b>Mobility Management</b>					
	x		x	x	x
<b>Logical Link Management</b>					
Logical Link Establishment	x		x		
Logical Link Maintenance	x		x		
Logical Link Release	x		x		
<b>Radio Resource Management</b>					
Um Management	x	x			
Cell Selection	x	x			
Um-Tranx	x	x			
Path Management		x	x		

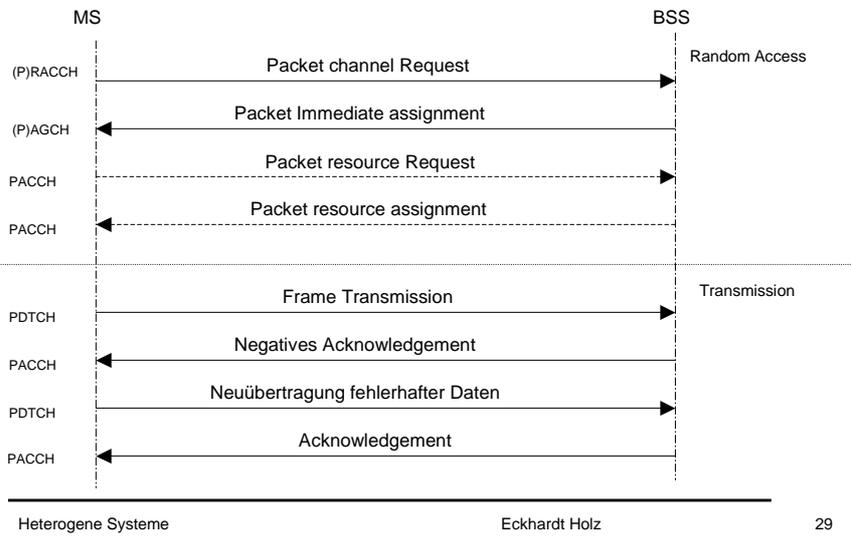




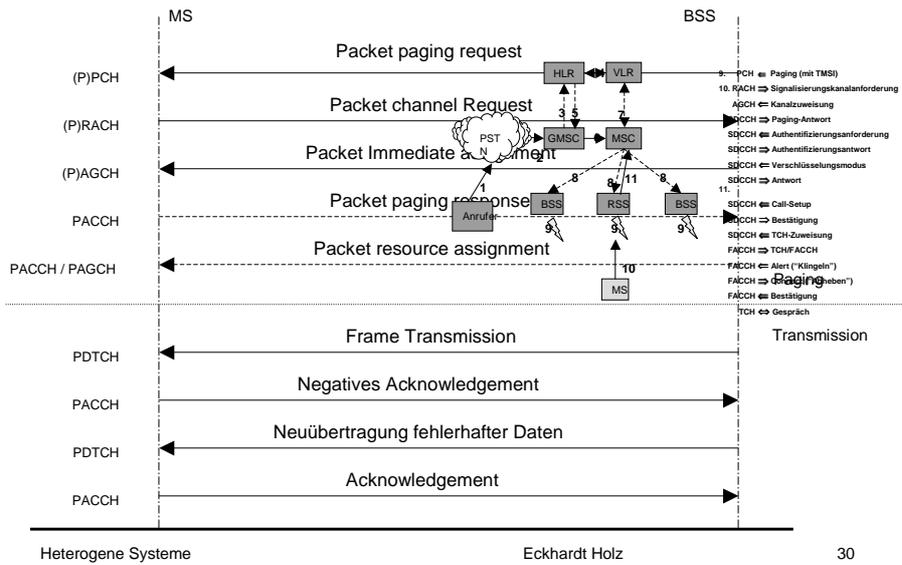
## GPRS - Um-Schnittstelle

- 8 neue logische Kanäle werden eingeführt
- Signalisierung und Steuerung
  - PBCCH - Packet Broadcast Control Channel (downlink)
  - PPCH – Packet Paging Channel (downlink)
  - PRACH – Packet Random Access Channel (uplink)
  - PAGCH – Packet Access Grant Channel (downlink)
  - PNCH – Packet Notification Channel (downlink)
  - PACCH – Packet Associated Control Channel
  - PTCCH – Packet Time Control Channel
- Daten
  - PDTCH – Packet Data Transfer Channel
- Multiplex für uplink und downlink-Kanäle

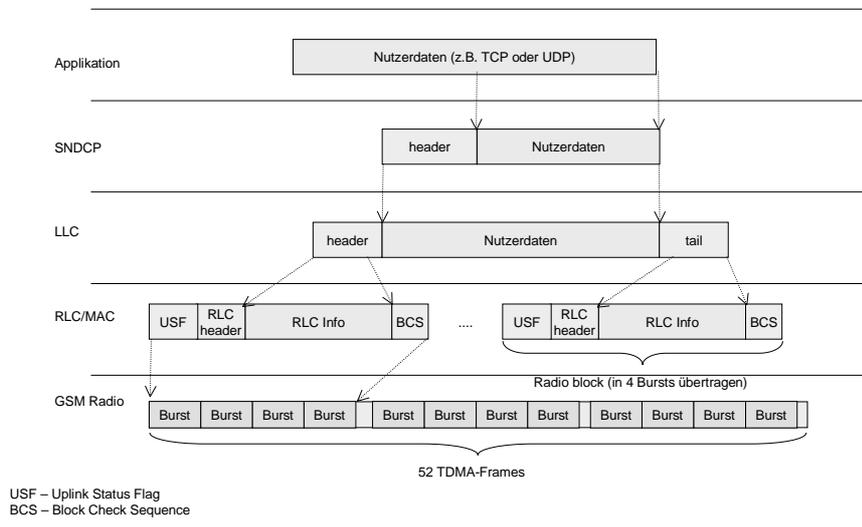
# Mobil Originated



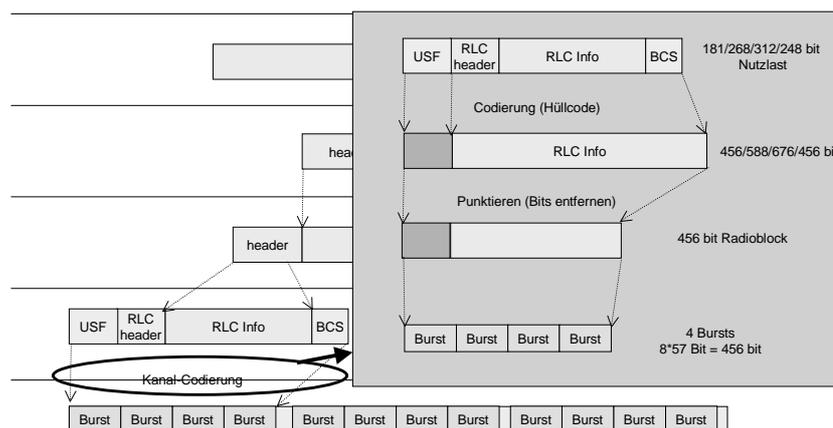
# Mobile Terminated



# Protokolldateneinheiten



# Kodierung



## Kodierungs-Schemata

Coding Schema	Code Rate	Radioblock ohne USF und BCS	Anzahl der codierten Bits	entfernte Bits	Datenrate in kbps
CS-1	1/2	181	456	0	9.05
CS-2	»2/3	268	588	132	13.4
CS-3	»3/4	312	676	220	15.6
CS-4	1	428	456	---	21.4

↓ Bündelung

bis zu  
171.2 kbps

## Quality-of-Service-Stufen

Reliability Klasse	Paketverlust	Paketverdopplung	Reihenfolgevertauschung	Bitfehler
1	$10^{-9}$	$10^{-9}$	$10^{-9}$	$10^{-9}$
2	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$
3	$10^{-2}$	$10^{-5}$	$10^{-5}$	$10^{-2}$

Delay Klasse	Durchschnitt	95%	Durchschnitt	95 %
	128 Byte Paket		1024 Byte Paket	
1	< 0,5 s	< 1,5 s	< 2 s	< 7 s
2	< 5 s	< 25 s	< 15 s	< 75 s
3	< 50 s	< 250 s	< 75 s	< 375 s
4	unspezifiziert			

	GSM	HSCSD	GPRS	HSCSD + EDGE	GPRS + EDGE	UMTS
<b>Vermittlungsform</b>	Leitungsvermittelt	Leitungsvermittelt	Paketvermittelt	Leitungsvermittelt	Paketvermittelt	Leitungs- und Paketvermittelt
<b>Max. Bandbreite</b>	14,4 kbit/s	115,2 kbit/s	171,2 kbit/s	384 kbit/s	384 kbit/s	2,048 Mbit/s
<b>Bandbreite pro Nutzer</b>	9,6 kbit/s	36,4 kbit/s	Lastabhängig ca. 10-20 kbit/s	384 kbit/s ?	Lastabhängig bis 100 kbit/s	144 kbit/s 384 kbit/s 2,048 Mbit/s
<b>Einsatz</b>	Fax, SMS, (Datenübertragung)	Real-Time, Downloads	Burstartiger Verkehr	Real-Time, Downloads	Burstartiger Verkehr	alle
<b>Einführung</b>	1993	2000	2001	2002	2002	2003?