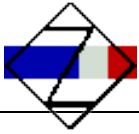


7 Informationssysteme

7.1 Radio-Daten-System (RDS) und
Traffic Message Channel (TMC)

7.2 Navigationssysteme

7.3 Mobilfunksysteme

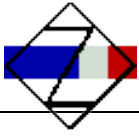


7 Informationssysteme

7.1 Radio-Daten-System (RDS) und Traffic Message Channel (TMC)

7.2 Navigationssysteme

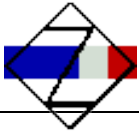
7.3 Mobilfunksysteme



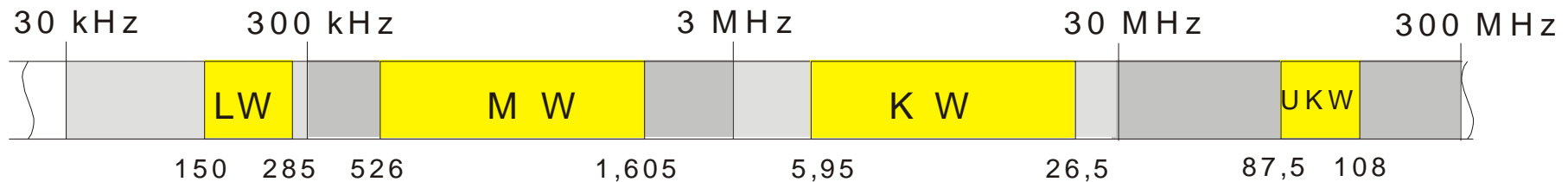
- 1930: erstes amerikanisches in Großserie hergestelltes Autoradio „Motorola“.



- 1932: erstes europäisches Autoradio „Blaupunkt AS 5“ der Radiotelefon- und Apparatefabrik Ideal (Ideal-Werke).

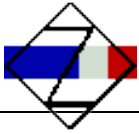


elektromagnetische Rundfunkwellen

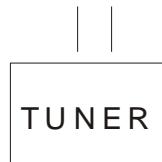
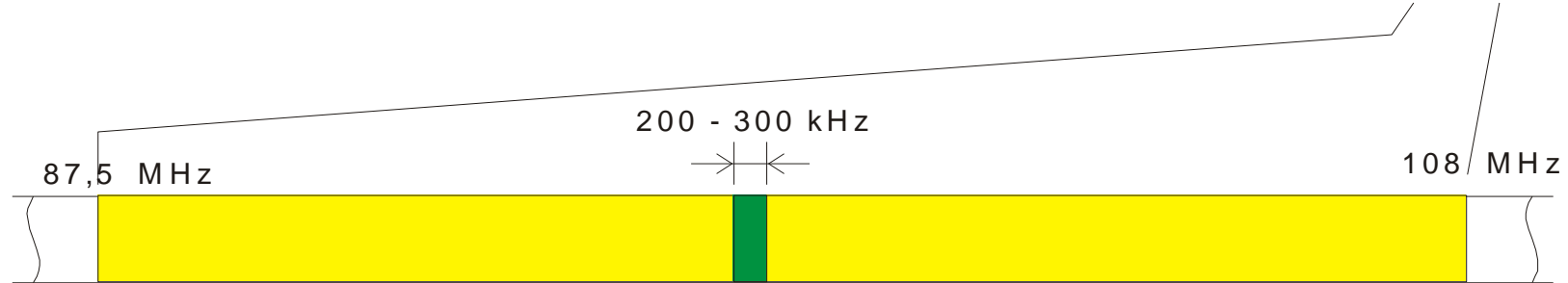
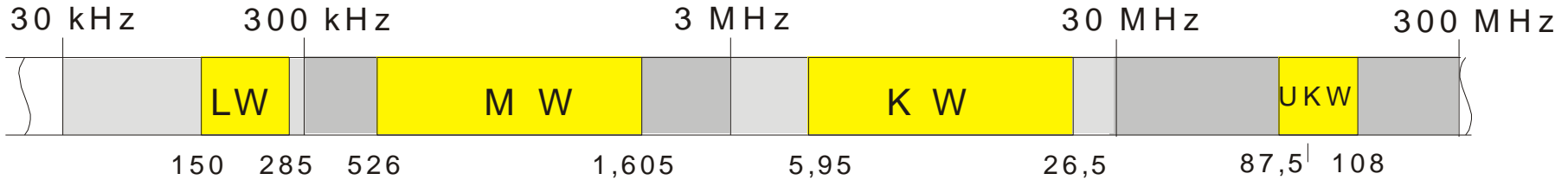


und in Deutschland/Mitteleuropa für den Hörrundfunk verwendete **Frequenzbereiche**

- LW-, MW- und KW-Rundfunk mit Amplitudenmodulation (AM).
- UKW-Rundfunk mit Frequenzmodulation (FM).
 - Erster europäischer UKW-Sender in München-Freimann (BR) 1949.
 - Einführung der Stereo-Übertragungen in den 1960er Jahren.



elektromagnetische Rundfunkwellen (analoge Verfahren)



Demodulation

Modulations-
grad [%]

45

Übertragungsbandbreite: 30 Hz – 15 kHz (hörbares Monosignal)

10

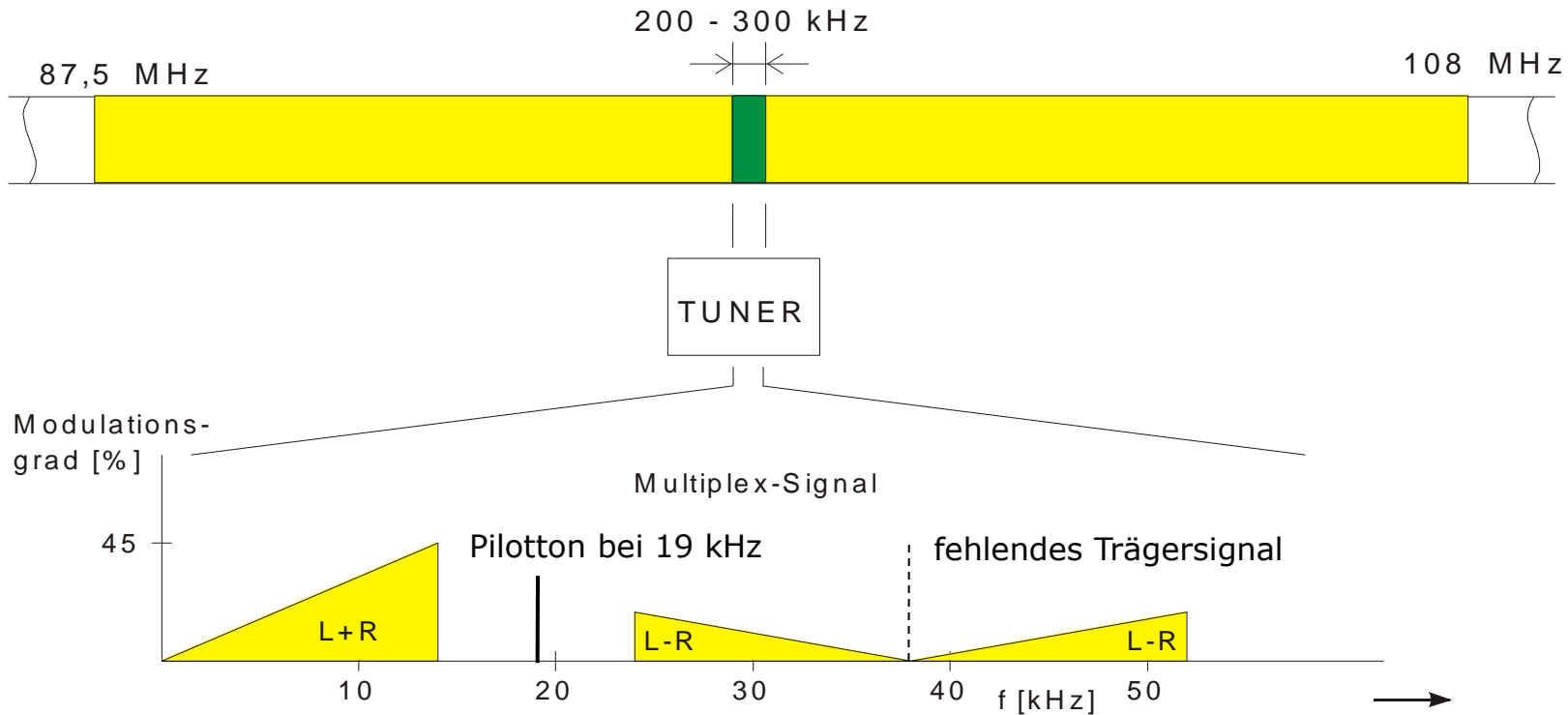
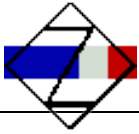
20

30

40

f [kHz] 50

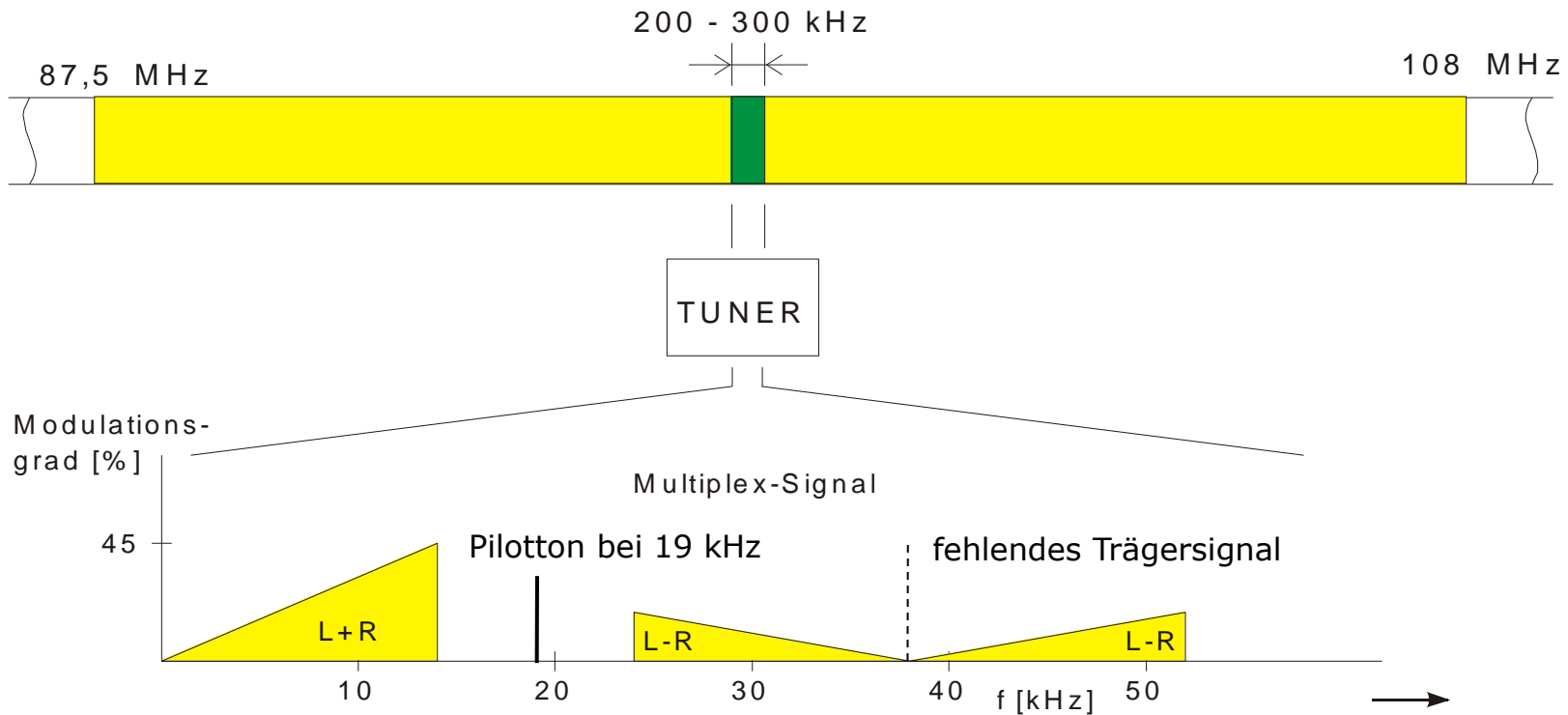
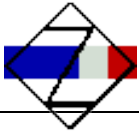




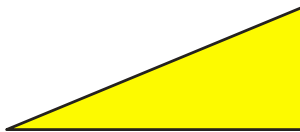
Summensignal,
kompatibel zum
hörbaren
Monosignal

AM-Differenzsignal, moduliert auf Träger 38 kHz
im NF-Basisband, nicht hörbar. Muss durch
Demodulation in den hörbaren Bereich überführt werden.

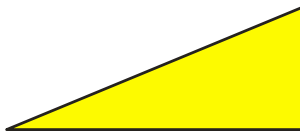
Das 38 kHz-Trägersignal wird dabei nicht mit übertragen.
An Stelle des fehlenden Trägers wird der sog. Pilotton
übertragen, aus dem im Empfänger das zur Demodulation
erforderliche Trägersignal erzeugt wird.



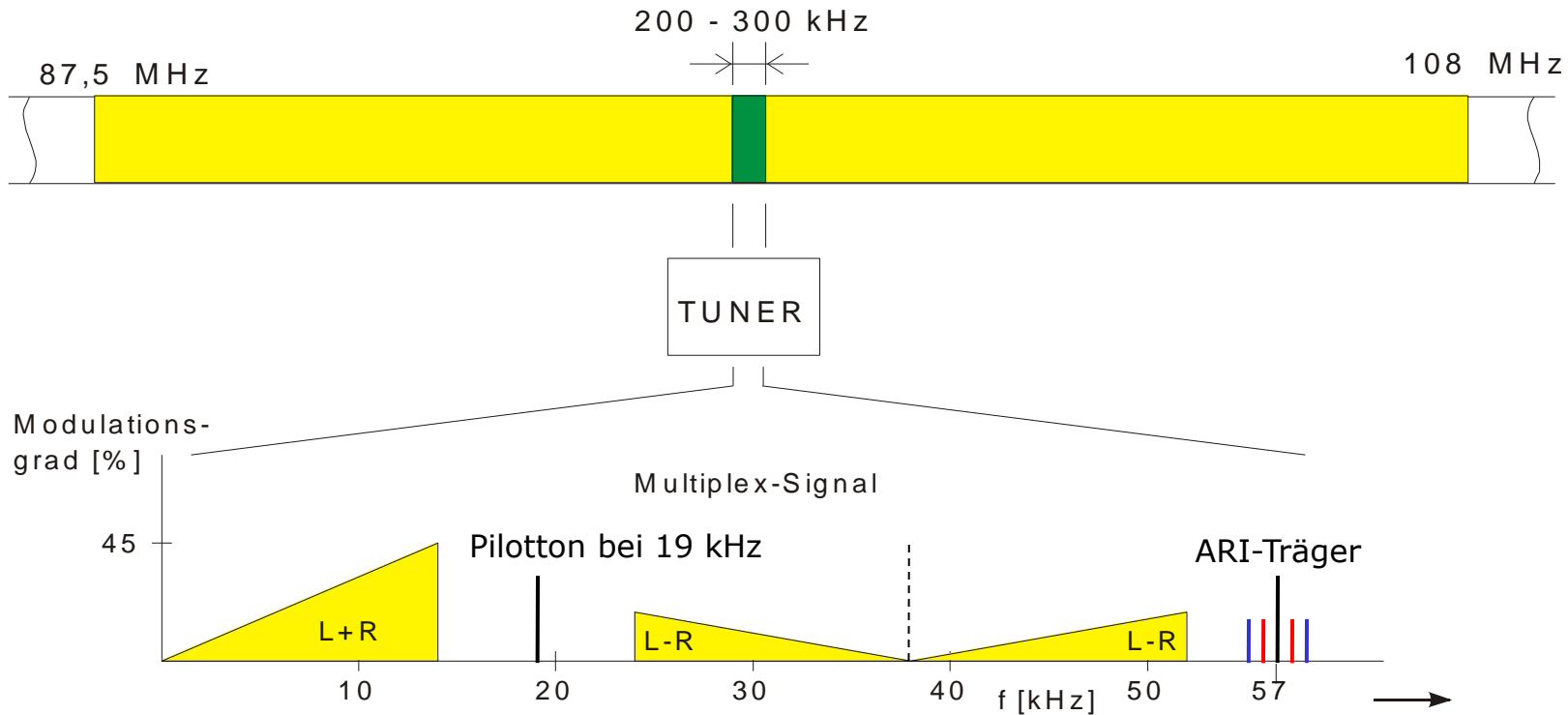
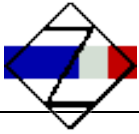
Nach Demodulation des Differenzsignals (L-R) werden die beiden Stereokanäle erzeugt:



$$\text{linker Kanal} = (L+R) + (L-R) = 2 L$$

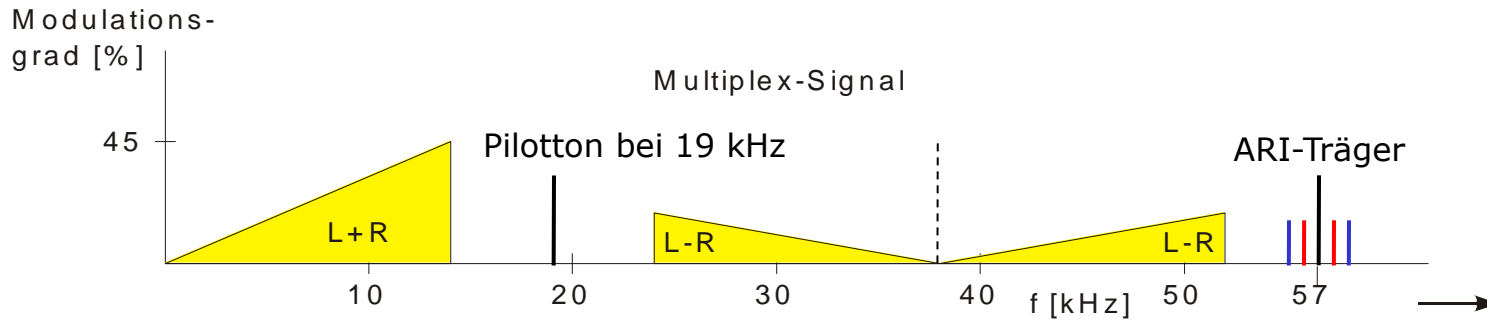
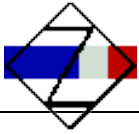


$$\text{rechter Kanal} = (L+R) - (L-R) = 2 R$$



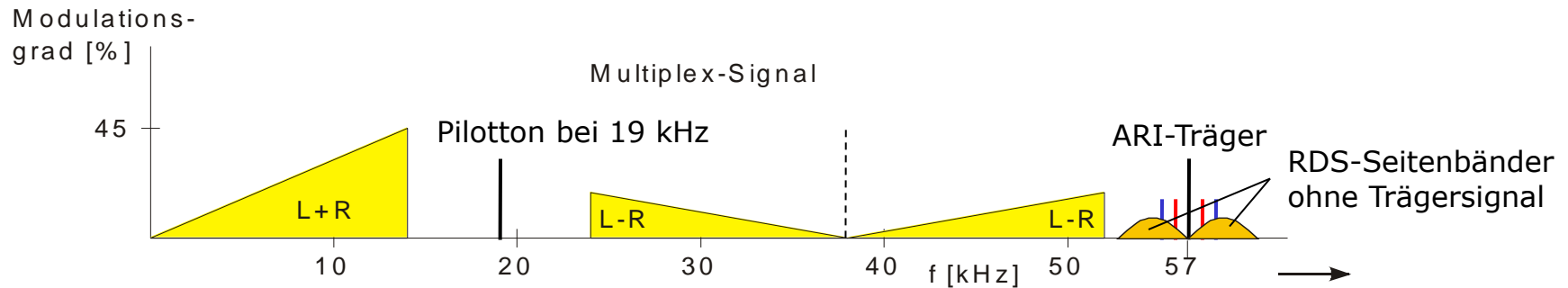
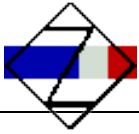
- 1974: Autofahrer-Rundfunk-Informationssystem (ARI)
Entwicklung durch die Firma Blaupunkt auf Anregung des ADAC.
- 57 kHz Trägersignal im NF-Basisband = Kennung für Verkehrsfunksender mit **AM Signal 125 Hz = Durchsagekennung**.
- Später ergänzt um ein **AM Signal mit einer von sechs Frequenzen zwischen 22 und 56 Hz = Verkehrsfunkbereiche A bis F**.

→ ARI ist die erste Erweiterung des analogen Hörrundfunks um digitale Zusatzinformationen.

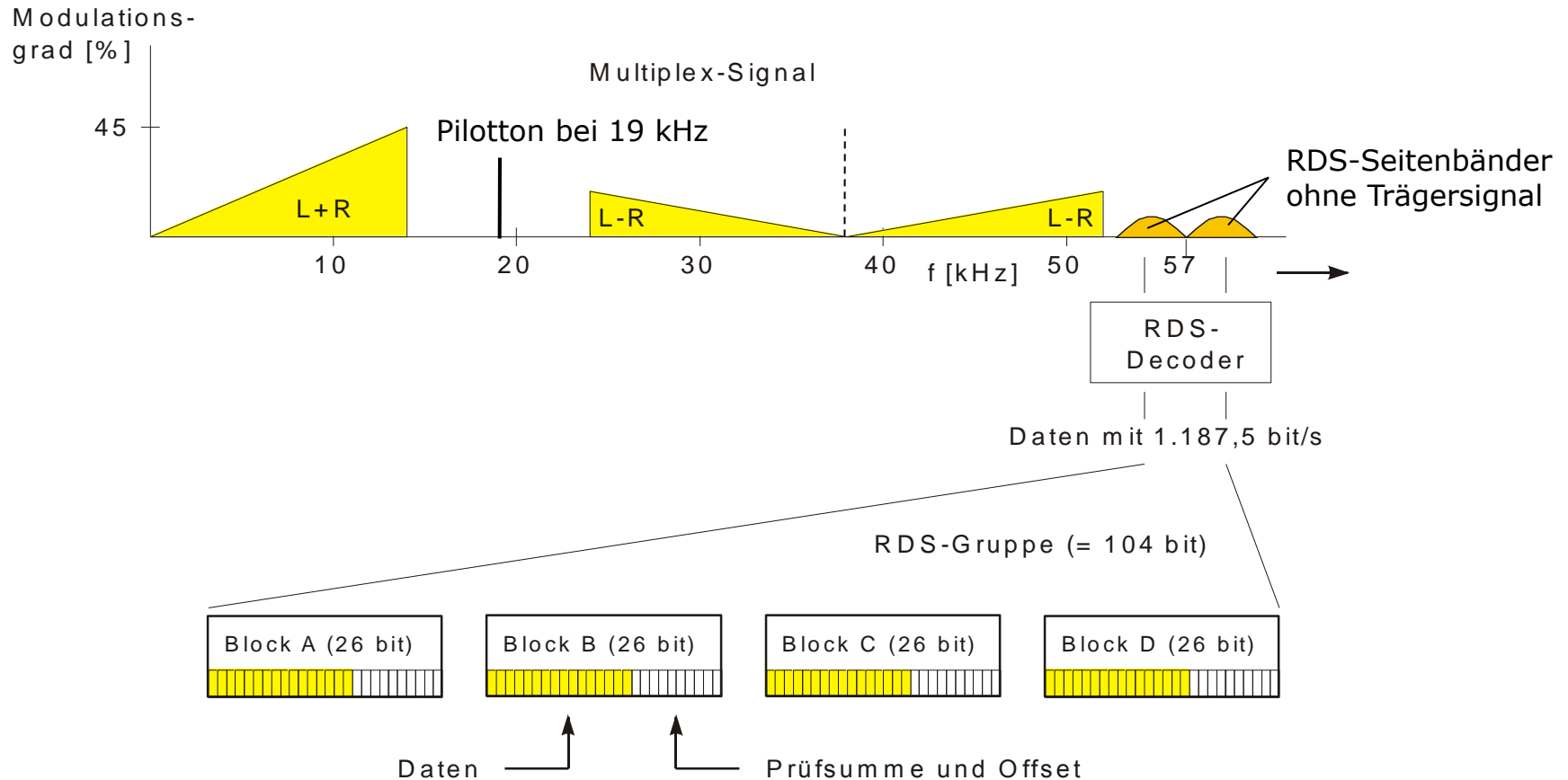
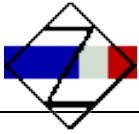


Vorteile des ARI Systems:

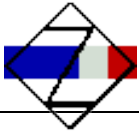
- Verkehrsfunkhinweise sind mit jedem Radioempfänger hörbar (Kompatibilität).
- Leichtes (automatisiertes) Finden von Sendern mit Verkehrsdurchsagen.
- Gesonderte Behandlung von Verkehrsdurchsagen, z.B. Lautstellen des Empfängers oder Unterbrechen von Kassettenwiedergabe.
- Geringe Zusatzkosten zur Erzeugung der ARI-Kennfrequenzen beim Sender.
- ARI wurde europaweit eingeführt.



- 1984 Radio-Daten-System (RDS) im Versuchsbetrieb, 1988 offizielle Einführung.
- Umfangreiche Ergänzung des analogen Hörrundfunks mit digitalen Zusatzinformationen.
- Bis zur Abschaltung des ARI-Systems am 1.4.2005
Parallelbetrieb der beiden digitalen Zusatzdienste ohne gegenseitige Beeinflussung durch sog. Bi-Phase-Codierung des RDS-Signals.
- Kontinuierlicher Bitstrom mit 1.187,5 Bit/s (= 57 kHz/48).
- Ausführliche Informationen: DIN EN 62106

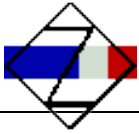


Gliederung des Datenstroms in Gruppen zu 104 Bit,
aufgeteilt in vier Blöcke (A, B, C bzw. C' und D) zu je 26 Bit,
bestehend aus 16 Datenbits und 10 Prüfsummen- bzw. Offsetbits.



RDS Gruppentypen:

- 0 - Grundlegende Abstimm- und Schaltinformation
- 1 - Programmbeitragskennung und Kennungen mit niedrigen Wiederholraten
- 2 - Radiotext
- 4 - Zeitsignal
- 5 - Transparente Datenkanäle
- 6 - Rundfunkinterne Informationen
- 7 - Personenruf
- 8 - [Traffic Message Channel \(TMC\)](#)
- 9 - Notfall-Warnsysteme
- 14 - Erweiterte Informationen über andere Programmketten
- 15 - Schnelle grundlegende Abstimm- und Schaltinformationen



RDS Dienste:

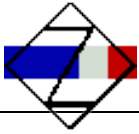
- PI - Programmidentifikation (Land, Region, Rundfunkanstalt, Programmnummer)
- PS - Name der Rundfunkanstalt (max. 8 ASCII-Zeichen, z.B. „MDR info“)
- TP - Kennzeichnung eines Verkehrsfunksenders
- AF - Alternativfrequenzen des gleichen Senders
- PTY - Programmart (z.B. Nachrichten, Sport, Kultur, Politik, Wissenschaft)
- EON - erweiterte Informationen über andere Programmketten

RDS Schaltsignale:

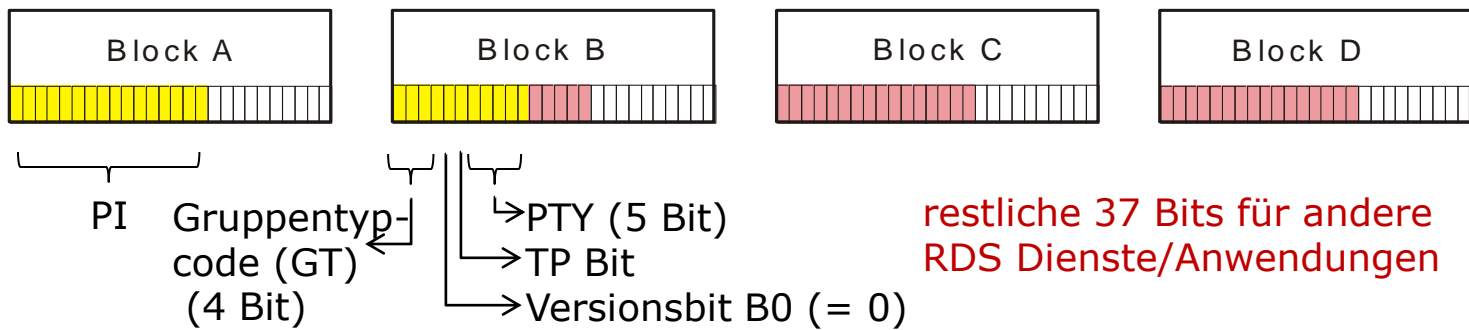
- TA - Kennzeichnung einer Verkehrsdurchsage
- DI - Decodersteuerung
- MS - Umschaltung Musik/Sprache
- PIN - Programmbeitragskennung (z.B. ausgedruckte Sendezeit eines Beitrages)

andere Anwendungen:

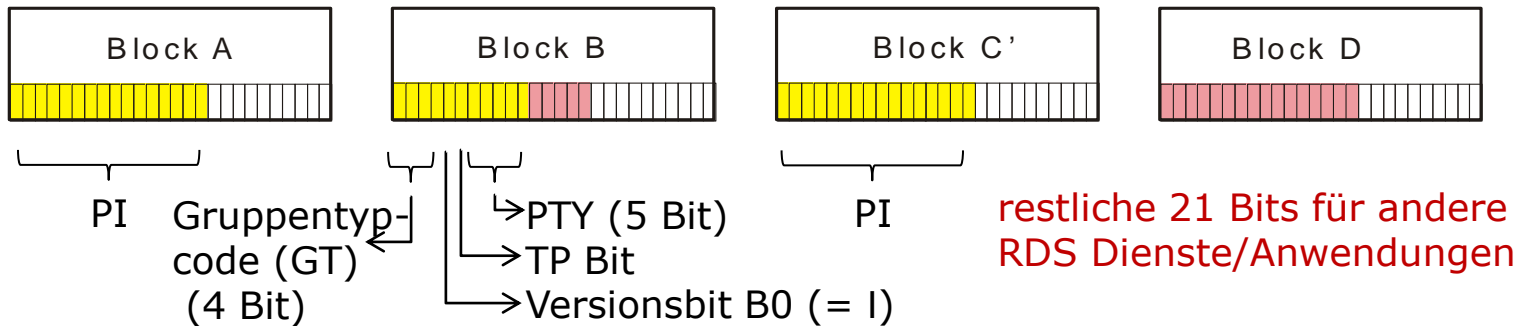
- RT - Radiotext mit 32 bzw. 64 Zeichen
- IH - rundfunkinterne Anwendung
- CT - Datum und Zeitcodierung

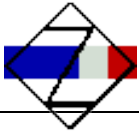


Aufbau der RDS-Gruppen (Version A):



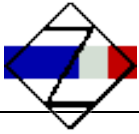
Aufbau der RDS-Gruppen (Version B):





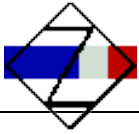
Nachteile eines durchsagegebundenen Verkehrsfunksystems
(d. h., des alten ARI bzw. des heutigen RDS ohne TMC):

- Unterbrechung des laufenden Programms für Verkehrsdurchsagen.
→ Kopplung mit Nachrichten.
 - Begrenzte Anzahl an Verkehrshinweisen wegen Durchsagezeit und nachlassender Aufnahmefähigkeit des Hörers.
→ Insbesondere bei überregionalen Sendern werden viele Staus nicht erwähnt.
 - Auch bei Regionalsendern individuelle Regionalisierung nicht möglich.
→ Die meisten Durchsagen sind für die eigene Fahrtroute irrelevant.
 - Fremdsprachige Durchsagen sind praktisch unmöglich.
- mangelhafte Aktualität



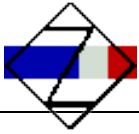
Anforderungen an ein modernes Verkehrsfunksystem:

- Alle Verkehrsfunkhinweise sollen jederzeit und mit geringen Zeitverzug verfügbar sein.
- Möglichkeit zur Zwischenspeicherung im Empfänger.
- Ausgabe wahlweise in Sprache oder Schrift.
- Beliebige Regionalisierung bis hin auf eine bestimmte Fahrtroute.
- Europaweite Nutzung → Ausgabe simultan in beliebiger Fremdsprache.
- Kopplung mit Navigationssystemen zur dynamischen Zielführung.
- Geringe Zusatzkosten zur bestehenden Infrastruktur.
- Anforderungen durch bisherige Systeme der analogen Sprachübertragung nicht erfüllbar.
- Komprimierung der Verkehrsinformation und Übertragung in digital codierter Form.

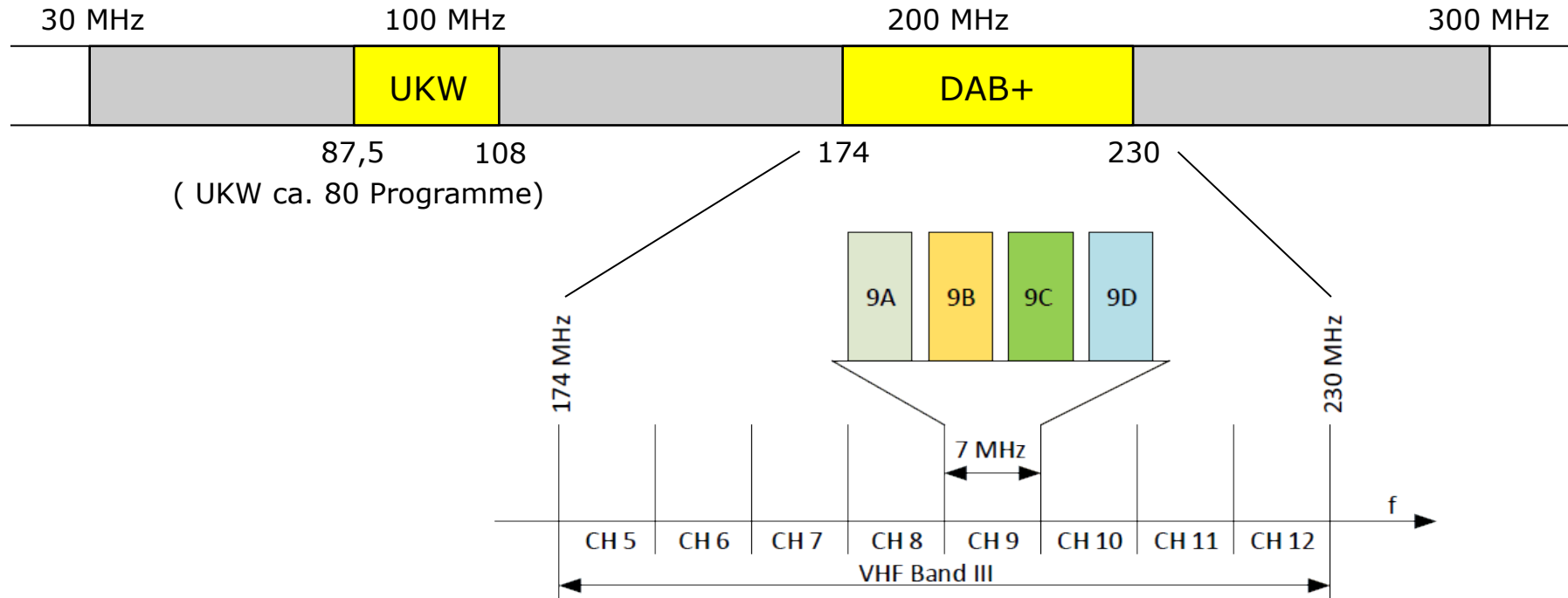


Digital Radio – digital audio broadcasting (DAB/DAB+)

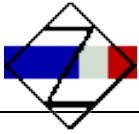
- Inkompatibel zum bestehenden analogen Hörrundfunk.
 - Weltweit werden z.Z. etwa 500 Mio. Menschen in 40 Ländern mit DAB versorgt.
 - Vorteile (gegenüber UKW-Rundfunk):
 - wesentlich verbesserter mobiler Empfang (Autoradios) durch Gleichwellenbetrieb;
 - deutlich verringerte erforderliche Bandbreite durch Komprimierung;
 - kann digital codierten Verkehrsfunk mit hoher Datenrate übertragen.
 - DAB wurde etwa seit 2000 in Deutschland eingeführt, kam aber trotz prominenter Befürworter (ADAC, VDA) nur schleppend voran und ist inzwischen technisch überholt.
 - Das Ziel der Europäischen Kommission, den analogen Rundfunk bis zum Jahr 2010 EU-weit abzulösen, wurde zumindest in Deutschland nicht erreicht.
 - Seit 2011 neuer Anlauf mit DAB+.
Gegenwärtig können in Deutschland schon mehr als 90% der Bevölkerung auf mehr als 80% des Territoriums DAB+ Radiosendungen empfangen.
 - 2015 besaßen etwa 10% aller Haushalte mind. einen DAB+ Empfänger.
Weiterhin hohe Zuwachsraten.
- Mischsystem aus analogem Hörrundfunk erweitert um digitale Zusatzinformation (RDS) wird voraussichtlich in den nächsten Jahren weiterbestehen.



elektromagnetische Rundfunkwellen (analoge und digitale Verfahren)



- Der Frequenzbereich von 174 – 230 MHz ist in acht Kanäle (CH5 – CH12) mit jeweils 4 Blöcken (A – D) aufgeteilt.
- In jedem Block können je nach verwendeter Datenrate (48 – 192 kbps) zwischen 5 und 20 Programme untergebracht werden, also insgesamt zwischen 160 und 640 Programme.

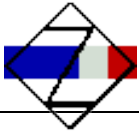


Traffic Message Channel (TMC)

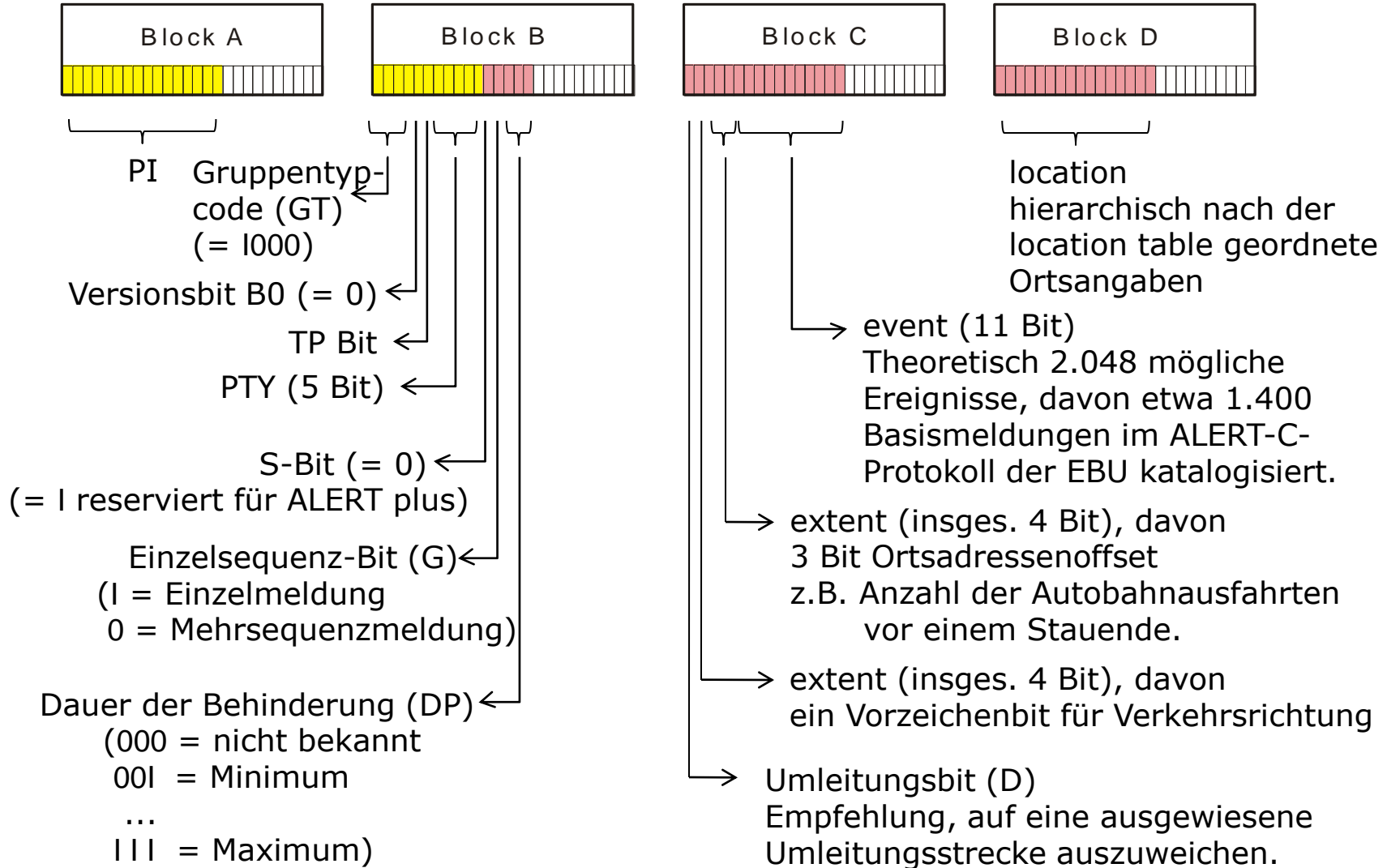
- Basierend auf einem Vorschlag der Firma Bosch wurde TMC nach mehrjähriger Erprobungsphase (anfangs im Transparenten Datenkanal – RDS-Gruppe 5) 1998 als eigenständige RDS-Gruppe 8 in Deutschland eingeführt.
- Grundlage waren Langzeitanalysen von Verkehrsmeldungen.
 - Mind. 90% aller Verkehrsmeldungen sind immer wiederkehrend, d.h., Standardisierung und digitale Kodierung möglich.
- Ereignisorientierte Standardisierung durch die European Broadcasting Union (EBU) im sog. ALERT-C Protokoll.
 - Dabei wird grundsätzlich in
 - länderübergreifend standardisierte Ereignisse (events) und
 - länderspezifische Ortsangaben (locations) unterschieden.

Die Standardisierung der deutschen Ortsangaben erfolgt durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt).

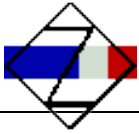
Zur Zeit gilt die LT (location table) bzw. LCL (location code list) in der Version 8 mit ca. 28.500 Ortsangaben (point locations) und weiteren ca. 12.000 Gebiets- und Streckenangaben (area locations und linear locations).



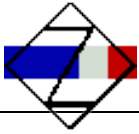
Aufbau der RDS-Gruppe 8 - TMC (nur in der Version A):



→ Insgesamt 37 Bit pro Verkehrsmeldung.

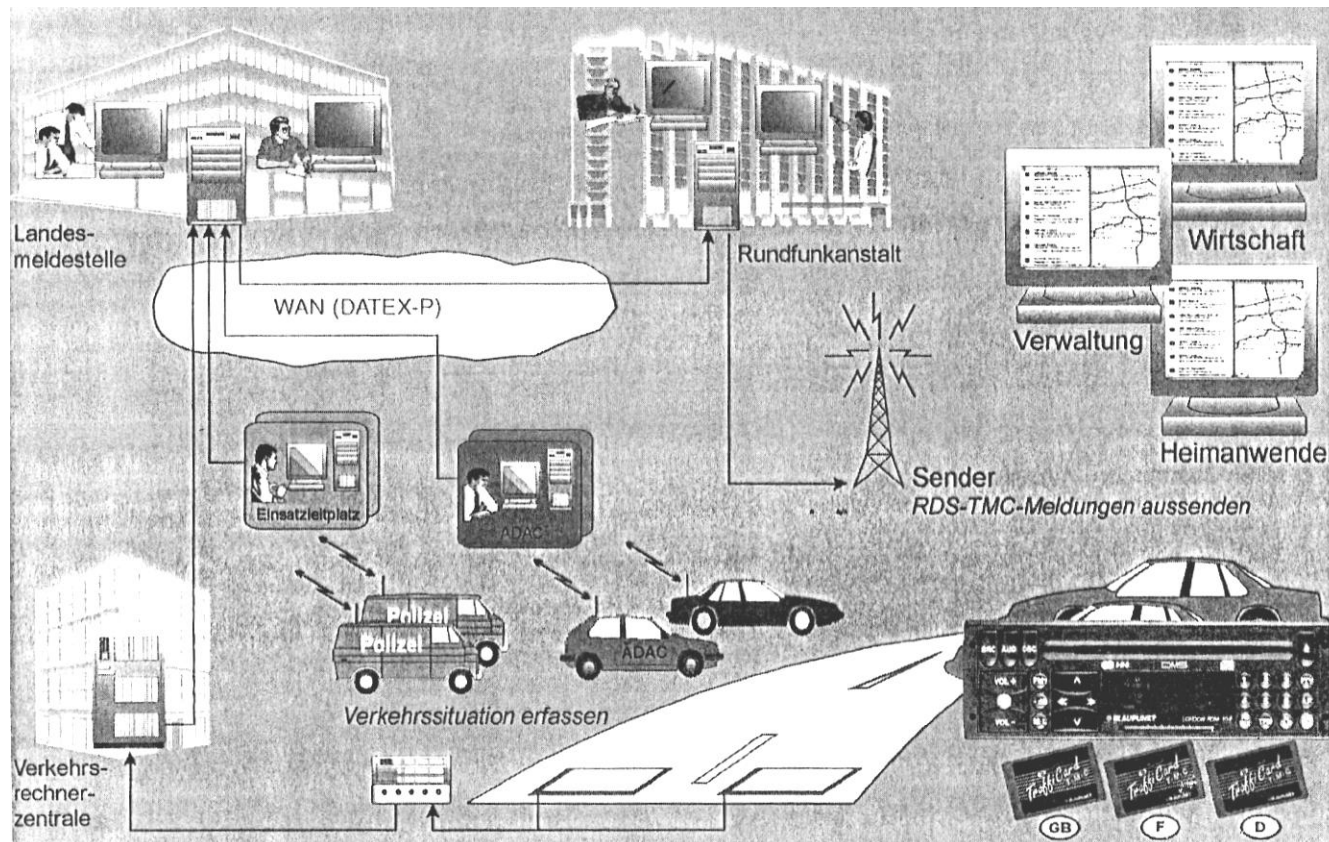


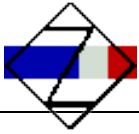
- Bei einem kontinuierlichem Datenstrom von 1187,5 Bit/s und 104 Bit (brutto) pro komplett gesendeter RDS-Gruppe 8 könnten theoretisch 11,4 Verkehrsmeldungen pro Sekunde übertragen werden.
- Da im Radio Daten System jedoch auch die anderen RDS-Gruppen übertragen werden müssen, reduziert sich die Anzahl der tatsächlich übertragenen Verkehrsmeldungen auf 0,3 bis 1 Meldung pro Sekunde.
 - Pro Minute werden 20 bis 60 Verkehrsmeldungen über TMC übertragen.
- TMC ist aufgrund der hohen Komprimierung der Verkehrsinformation auch Bestandteil des DAB+ Rundfunks.
Dann können etwa 10 mal mehr Verkehrsmeldungen übertragen werden.



Zwei wichtige Voraussetzungen für Erfolg jeglichen Verkehrsfunksystems:

1. Aktualität und Vielzahl von Verkehrsmeldungen durch Bündelung aller Quellen für Verkehrsdaten in einem zentralen Verkehrsdatensystem.



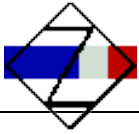


Navteq Traffic (ehemals TMC pro)

- privater gebührenpflichtiger TMC der Navteq Services GmbH
 - inkompatibel zum öffentlichen TMC, gekoppelt an einige private Rundfunksender;
 - Über die öffentlich zugänglichen Verkehrsmeldungen hinaus werden zusätzlich ca. 2000 automatisierte Staumeldeanlagen an Autobahnbrücken und ca. 60.000 Fahrzeuge (floating car data) verwendet.
 - Lassen Stauprognosen in Meldungen einfließen.
→ Bessere Aktualität als öffentlicher TMC, aber auch höhere Fehlerquote.
- Vollautomatisierter Dienst ohne Einfluss des „menschlichen Faktors“.



TMC versus Navteq Traffic?

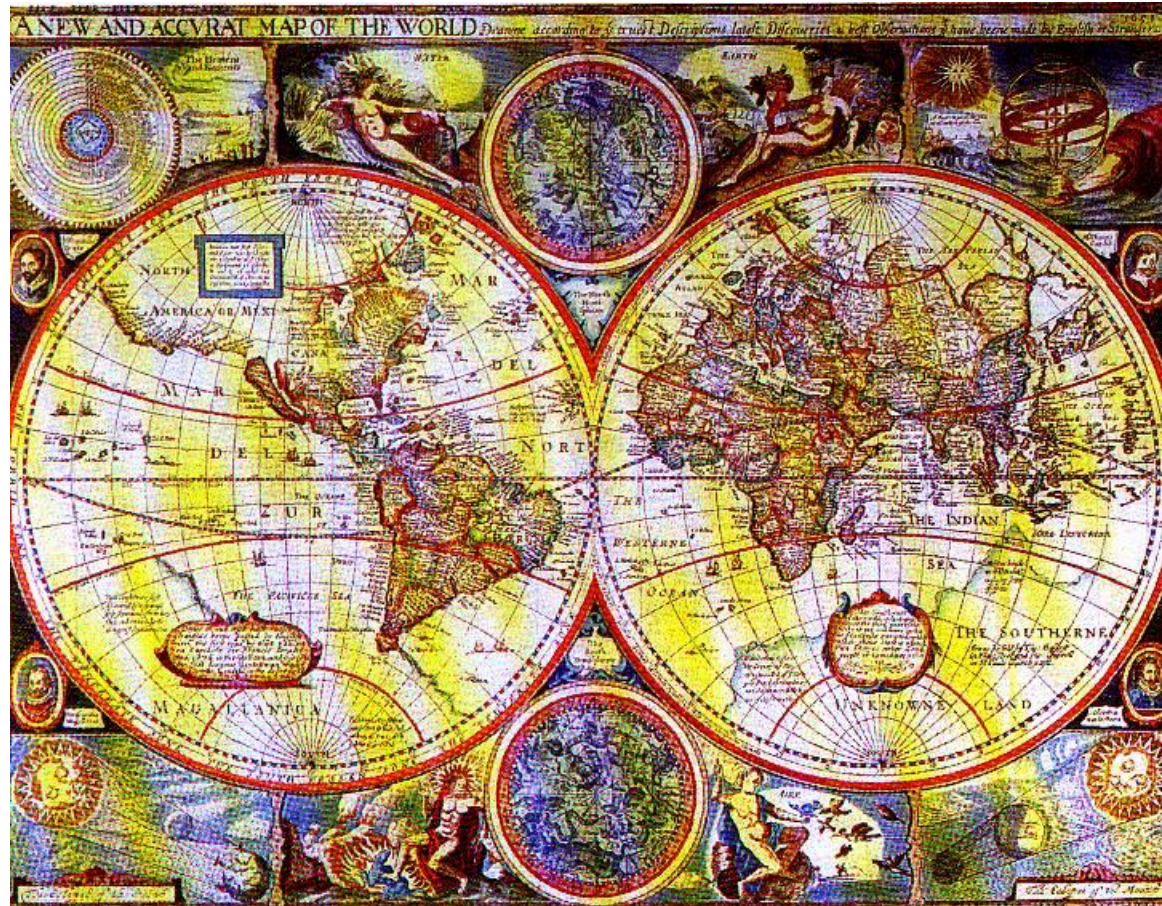
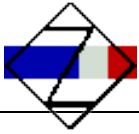


7 Informationssysteme

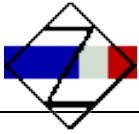
7.1 Radio-Daten-System (RDS) und
Traffic Message Channel (TMC)

7.2 Navigationssysteme

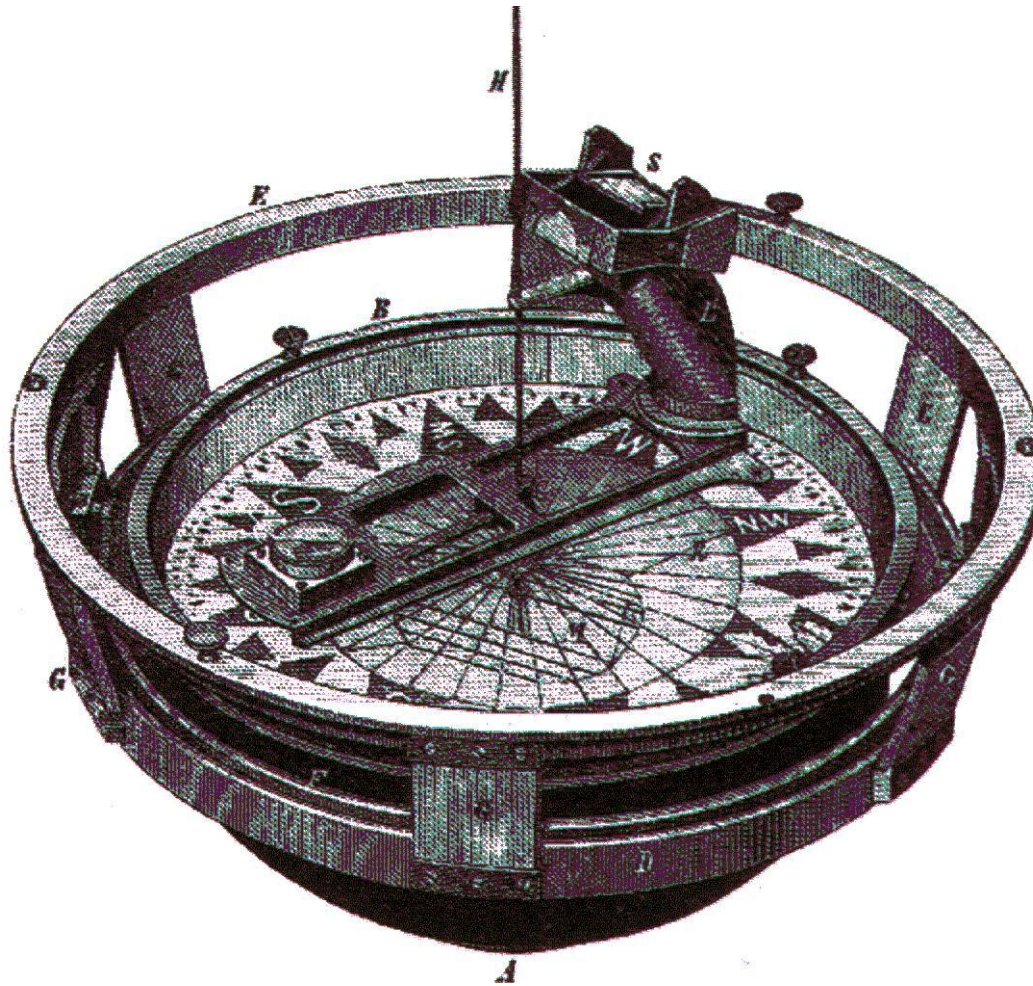
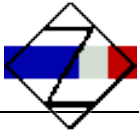
7.3 Mobilfunksysteme



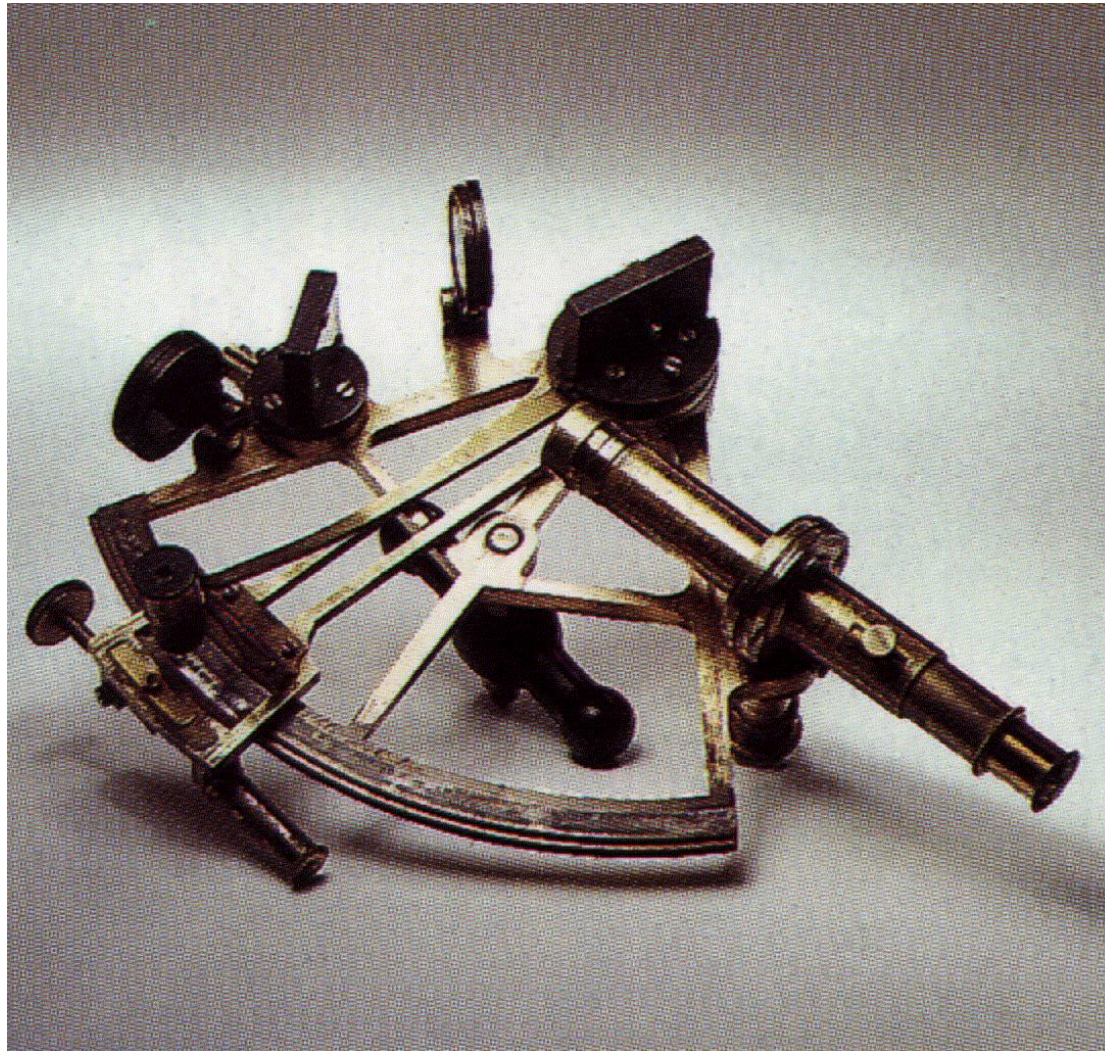
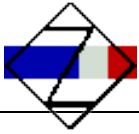
alte seemännische Karte



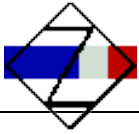
Handlogge (Geschwindigkeitslot)



alter Magnetkompass



Sextant



Navigation (abgeleitet von lat. navis = das Schiff):

Ortsbestimmung und Festlegen des einzuschlagenden Kurses.

Funk- und Peilnavigation etwa ab den 1920er Jahren.

- LORAN (USA - long range aid to navigation) 1943 – 1990 zum Abdecken der Schifffahrtsrouten auf der Nordhalbkugel der Erde.

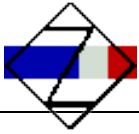
Erste satellitengestützte Systeme:

- TRANSIT (USA) 1960 - 1996 mit 4 Satelliten, ab 1967 auch zivil nutzbar.
- TSIKLON (SU) 1967 und PARUS (SU) 1974 mit 4 bzw. 6 Satelliten.

Moderne Navigationssysteme:

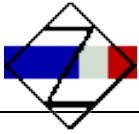
- NAVSTAR-GPS (USA – navigation system using timing and ranging) ab 1974, endgültiger Ausbau bis 1995.
- TSIKADA (SU/Russland) 1978 – 1995 mit 20 Satelliten ohne weltweite Abdeckung. Unter dem Namen „Nedjeshda“ bzw. SARSS (search and rescue satellite system) ab 1982 im zivilen Sektor zur Seenotrettung international genutzt.
- GLONAS (SU/Russland – globalnaja navigazionnaja sputnikovaja sistema) ab 1982 als globales System mit bis zu 24 operative Satelliten.
- Beidou (China) versorgt seit 2012 große Teile Asiens; Vollausbau bis 2020.
- IRNSS (Indien) regionales Navigationssystem mit 7 Satelliten.

Alle satellitengestützten Systeme können zivil genutzt werden, sie sind jedoch militärischen Ursprungs und unterliegen so militärischer Kontrolle und Steuerung!



GALILEO – das globale satellitengestützte Navigationssystem von EU und ESA

- Seit 1995 als zunächst rein ziviles System der EU in Planung.
- Erster Testsatellit seit 2005, ein zweiter seit 2008 in Umlauf.
- Probetrieb der ersten vier regulären Satelliten nicht vor 2010.
- Alle 30 Satelliten (27 aktive und 3 als Reserve) sollen bis 2013 in Umlauf gebracht worden sein.
- Gliederung der gesendeten Signale in
 - offene Dienste, z.B. zur Positionsbestimmung auf 4 m genau;
 - kommerzielle Dienste, z.B. zur Positionsbestimmung im Zentimeterbereich;
 - sicherer Dienst, z.B. für Anwendungen im Flug- und Schienenverkehr;
 - regulierter Dienst, z.B. für hoheitliche Aufgaben incl. Militär;
 - Such- und Rettungsdienst zur weltweiten Ortung von Notrufsendern.
- GALILEO wird kompatibel zum modernisierten NAVSTAR-GPS sein, so dass im Endausbau (eventuell auch noch in Verbindung mit dem russischen GLONAS) eine hohe Verfügbarkeit und Genauigkeit bei der Satellitennavigation erreicht wird.



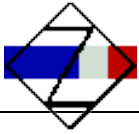
Koppelortung:

- Ortbestimmung durch Fortschreiben einer Wegstrecke beginnend von einem bekannten Ausgangspunkt.
- Unabhängig von externen Navigationshilfen wie Leuchttürme, Funkfeuer oder Satelliten.
- Einzig mögliches Verfahren der alten Hochseeschifffahrt.
- Wird heute trotz Satellitennavigation immer noch in der Schifffahrt und im Flugverkehr eingesetzt (Kreiselkompass- und Kreiselkurssysteme).
- Anwendung auch in Kraftfahrzeugen mit fest installierten Navigationssystemen unter Nutzung folgender Sensoren:
 - ABS-Radsensoren → Wegstrecke und Richtungsänderung;
 - Tachosignal → nur Wegstrecke;
 - Magnetfeldsensor (elektronischer Kompass) → Richtungsbestimmung;
 - Drehratensensor → Richtungsänderung.

Problem: Als integrierendes Verfahren werden natürlich auch Messfehler mit integriert.

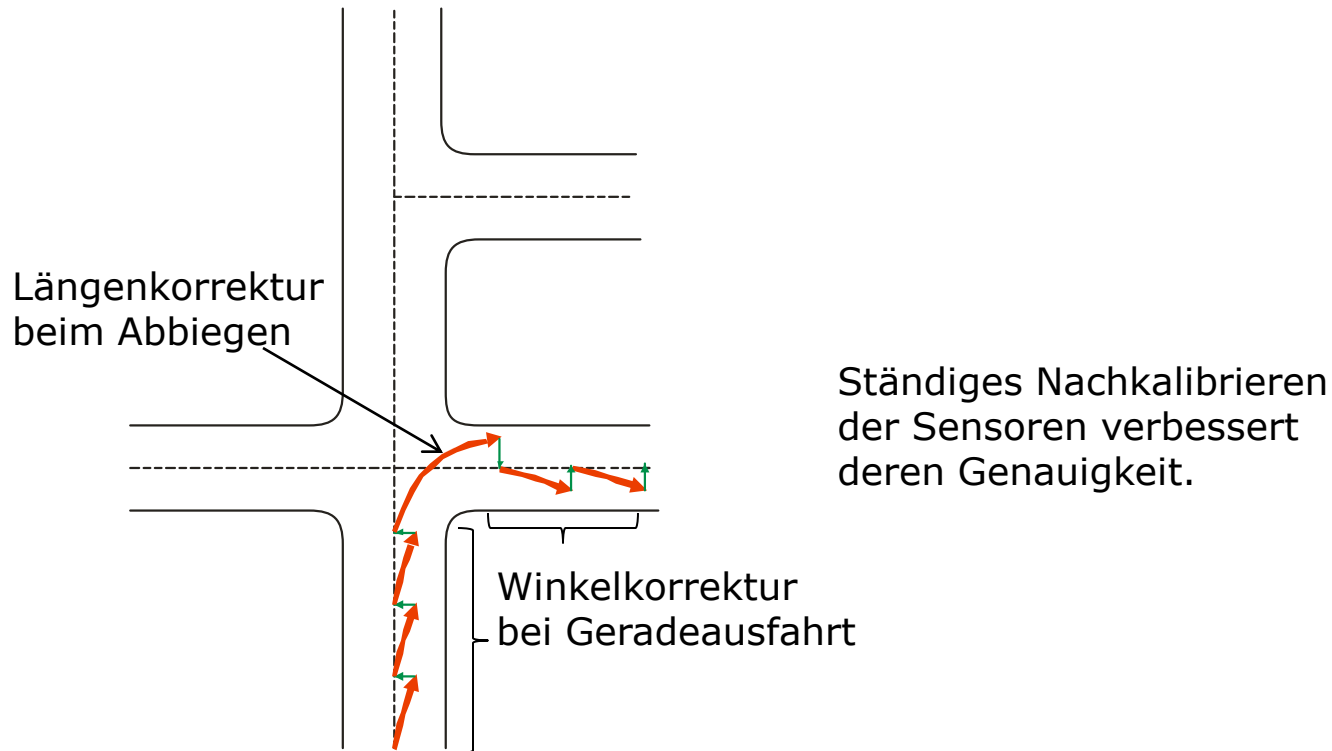
Kreiselkompasssysteme haben Fehler im Promille-Bereich, aber die Fehler der im Kfz eingesetzten Sensoren liegen teilweise bei mehreren Prozent.

→ Koppelortung allein im Kfz nicht sinnvoll einsetzbar.

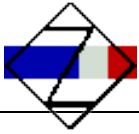


Map-Matching:

- Ständiges Abgleichen fehlerbehafteter Positionsangaben mit einer digitalisierten (Straßen-) Karte. Prüfen auf Plausibilität und Korrektur der ermittelten Position.

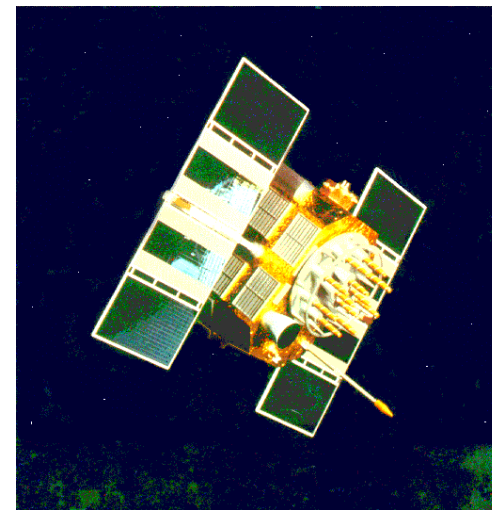
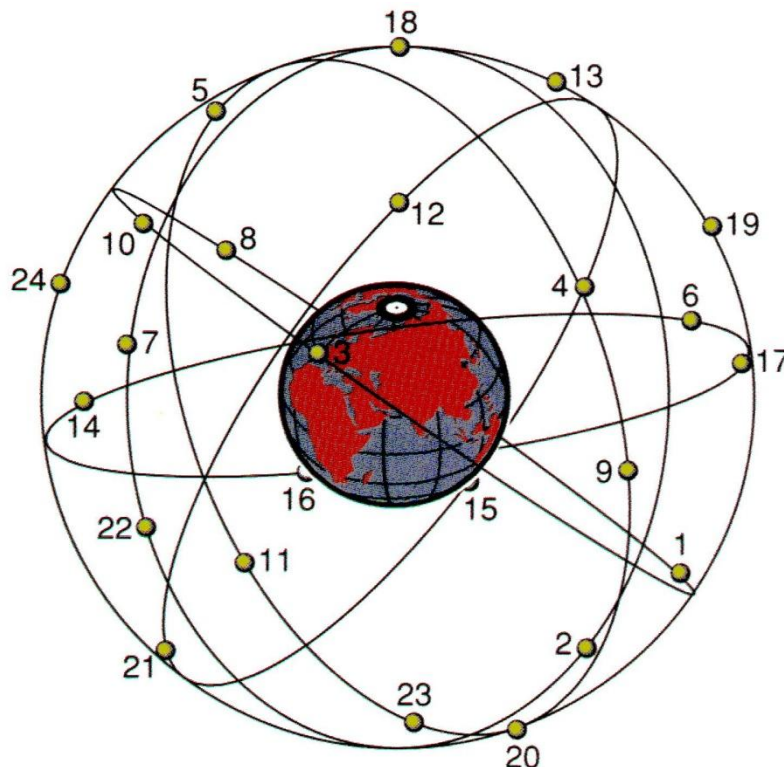


Aufgrund der zwischen 1990 und 2000 eingesetzten sog. „selective availability“, d.h. Verringerung der Signalgüte für zivile Anwendungen auf 100 m Genauigkeit, waren Navigationssysteme für Straßenfahrzeuge ohne Koppelortung/Map-Matching unbrauchbar.

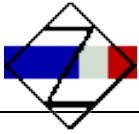


Satellitenortung mittels NAVSTAR-GPS:

- Satellitengestütztes globales Ortungssystem für Positionsangaben auf der Erde und im erdnahen Raum nach dem Gauss-Krüger-Koordinatensystem in der Version des World Geodetic System von 1984 (WGS84).
- (Militärische) Echtzeit-Systemgenauigkeit < 10 m.
- Gegenwärtig umkreisen 30 Satelliten (davon 24 aktive und 6 in Reserve) auf sechs Kreisbahnen in etwa 22.000 km Entfernung die Erde (Umlaufzeit: 12 Std.).

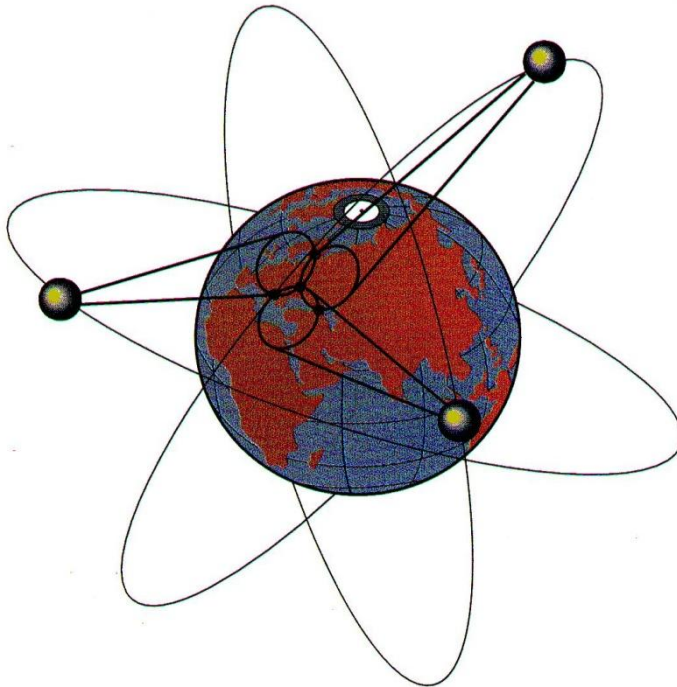


→ An jedem Ort der Erde
(mit freier Rundumsicht)
sind die Signale von mindestens
vier Satelliten empfangbar.

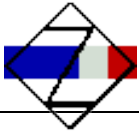


Prinzip der Positionsbestimmung:

- Satelliten senden ständig ihre augenblickliche Position und die aktuelle Uhrzeit (Zeitstempel) auf zwei Frequenzen aus (1,575 GHz und 1,227 GHz).
- Satelliten sind hierfür mit Atomuhren ausgestattet.



- Entfernungsbestimmung
GPS-Empfänger – Satellit
durch Messung der Signallaufzeit.
 - Für Positionsbestimmung sind prinzipiell die Entfernungen zu drei Satelliten zu bestimmen.
 - Allerdings besitzen die GPS-Empfänger keine Atomuhren → Signallaufzeit kann nicht korrekt bestimmt werden.
(Fehler von 1 μ s entspricht einer Distanz von 300 m!)
- Signal eines vierten Satelliten erforderlich, um die fehlende genaue Zeit durch Lösen eines Gleichungssystems zu erhalten.



Positionsbestimmung durch Lösung des Gleichungssystems:

$$p_1 = \sqrt{(x_p - x_1)^2 + (y_p - y_1)^2 + (z_p - z_1)^2} + \Delta_p + e_1 \quad \text{mit } \Delta_p = c \cdot \Delta T$$

$$p_2 = \sqrt{(x_p - x_2)^2 + (y_p - y_2)^2 + (z_p - z_2)^2} + \Delta_p + e_2$$

$$p_3 = \sqrt{(x_p - x_3)^2 + (y_p - y_3)^2 + (z_p - z_3)^2} + \Delta_p + e_3$$

$$p_4 = \sqrt{(x_p - x_4)^2 + (y_p - y_4)^2 + (z_p - z_4)^2} + \Delta_p + e_4$$

p_1, p_2, p_3, p_4 = Pseudoentfernungen

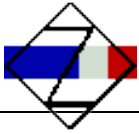
x_p, y_p, z_p = zu bestimmende Positionsdaten

x_1, y_1, z_1 = Koordinaten des ersten Satelliten (entspr. Sat. 2, 3 und 4)

Δ_p = Entfernungsabweichung, resultierend aus dem Uhrenfehler ΔT

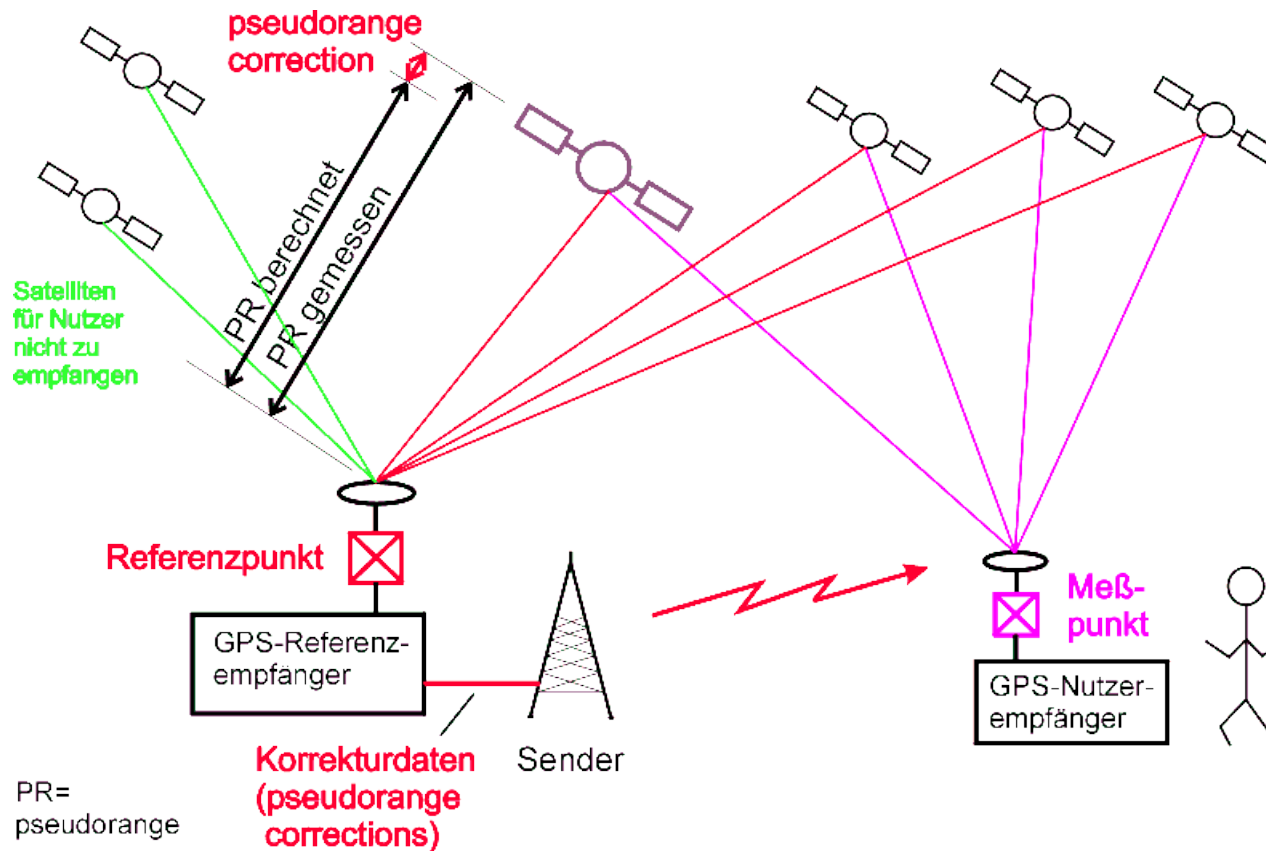
ΔT = aus dem Gleichungssystem zu bestimmender Uhrenfehler beim Empfänger

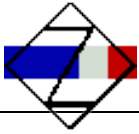
e_1, e_2, e_3, e_4 = zusätzliche Fehler im System, die im Wesentlichen aus der unterschiedlichen Beugung der Satellitensignale in der Ionosphäre (\rightarrow Wege- bzw. Laufzeitverlängerung) entstehen.



Differenzial-GPS (DGPS):

- Erste Konzepte zur Verbesserung der Positionsmessung bereits seit den 1980er Jahren.

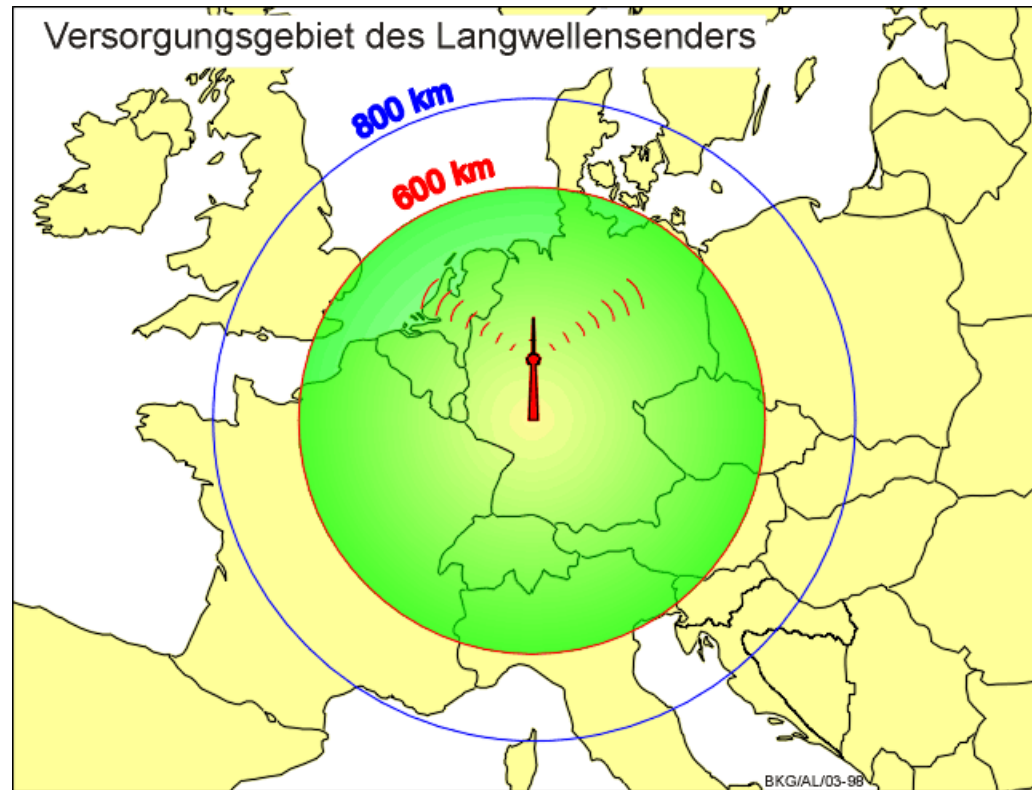


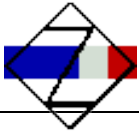


Differenzial-GPS (DGPS):

- Genauere Satellitenortung durch Korrekturdaten, die in einem genormten Format (RTCM oder AMDS) bundesweit zur Verfügung stehen, z.B. durch:

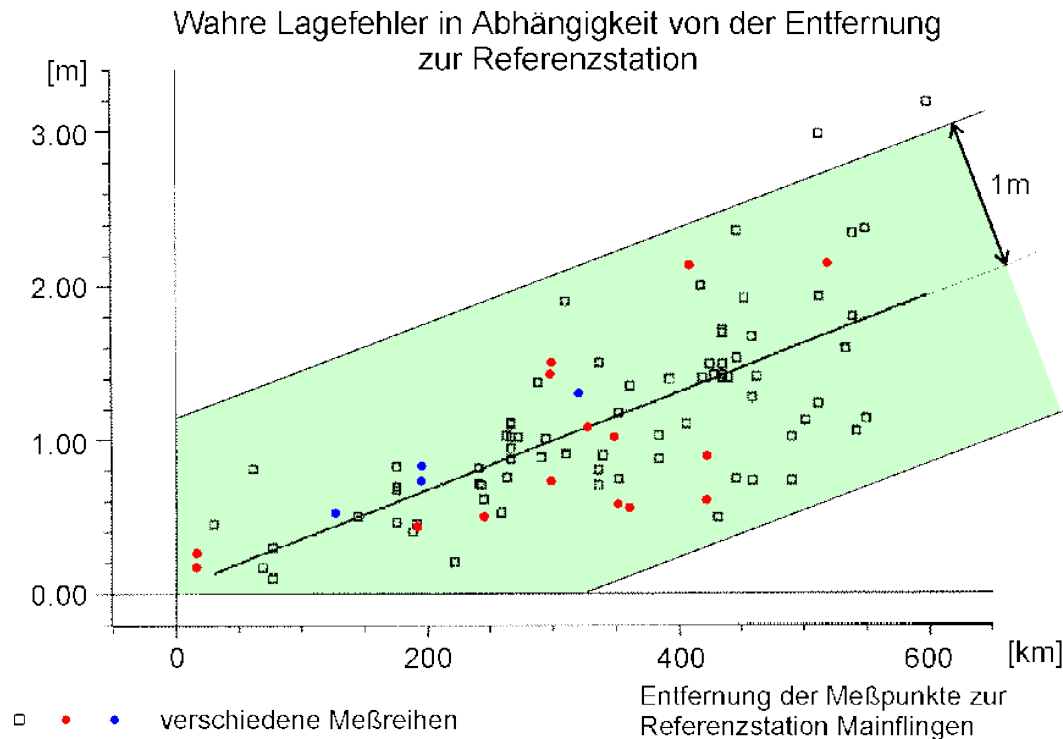
- LW-Sender Mainflingen (bei Frankfurt/Main)
DCF42 auf 124,7 kHz;
(wurde 2005 außer Betrieb gesetzt.)
- DGPS-Stationen der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes
- (kabellose) Internetverbindungen.



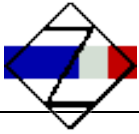


Differenzial-GPS (DGPS):

- Erreichbare Positionsgenauigkeiten horizontal $< 2,5$ m und vertikal < 5 m, jedoch Abhängig von Entfernung zur Referenzstation und Häufigkeit der gesendeten Korrekturdaten.



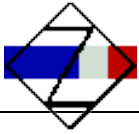
→ Erhöhung der Genauigkeit durch kürzere Abstände zur Referenzstation.



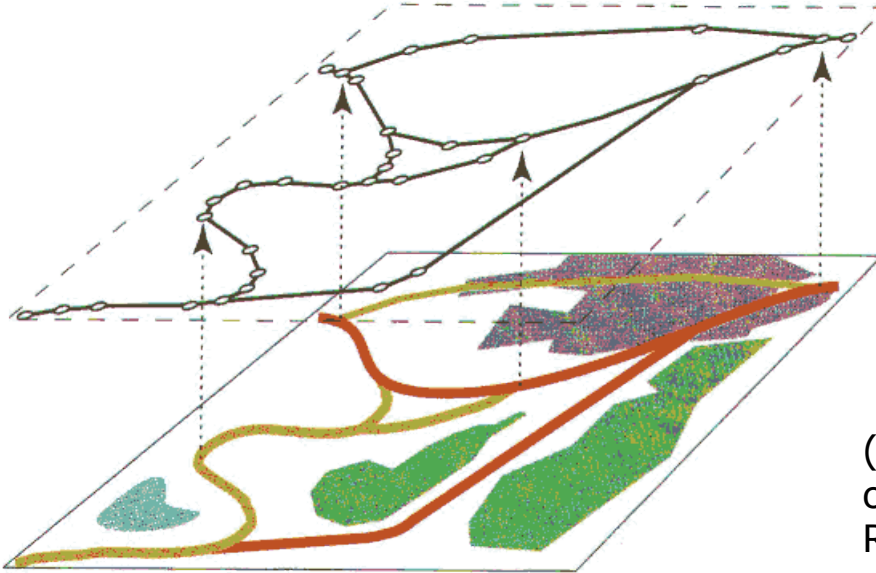
Differenzial-GPS (DGPS) - Möglichkeiten für Verbesserung der Genauigkeit:

- Aufstellen einer eigenen Referenzstation an einem eingemessenen Standort in der Nähe des GPS-Empfängers mit den erhöhten Genauigkeitsanforderungen. Beispiel: Anwendung in der Landwirtschaft für GPS-unterstützte Landmaschinen.
- Verwenden behördlich bereitgestellter hochpräziser jedoch kostenpflichtiger Korrektursignale unter gleichzeitiger Verwendung spezieller hochpräziser GPS-Empfänger. Beispiel: Anwendung in der Geodäsie als sog. Satellitenpositionssystem (SAPOS) mit Positionsgenauigkeiten im mm-Bereich.
- Nutzung der über geostationäre Satelliten ausgestrahlten DGPS-Daten. Dabei wird aus den Korrekturdaten eines verhältnismäßig grobmaschigen Netzes von Referenzstationen durch entsprechende Interpolationen ein feinmaschiges Netz von Korrekturdaten berechnet und über die Satelliten bereitgestellt.
Entsprechende Systeme:
 - Wide Area Augmentation System (WAAS) – USA 2003
 - Multi-functional Satellite Augmentation System (MSAS) – Japan 2007
 - European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS) – EU ab 2006

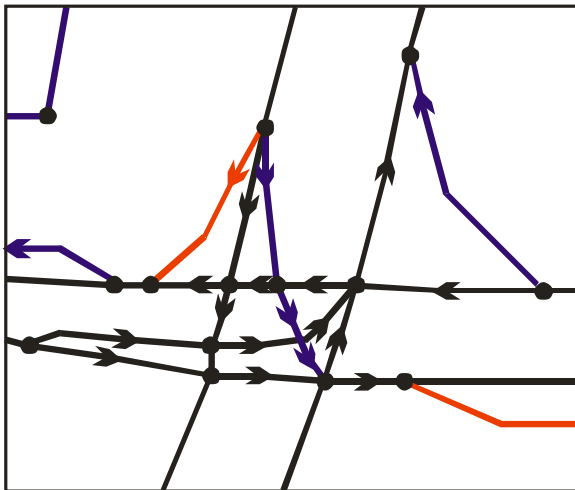
Die geostationären Satelliten senden auf den Frequenzen der GPS-Satelliten und liefern gleichzeitig ein Integritätssignal zur Verlässlichkeit der GPS-Signale. Beispiel: Anwendung der GPS/DGPS-Signale in sicherheitskritischen Bereichen wie dem zivilen Luftverkehr oder der Hochseeschifffahrt.



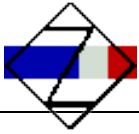
Digitale Straßenkarten:



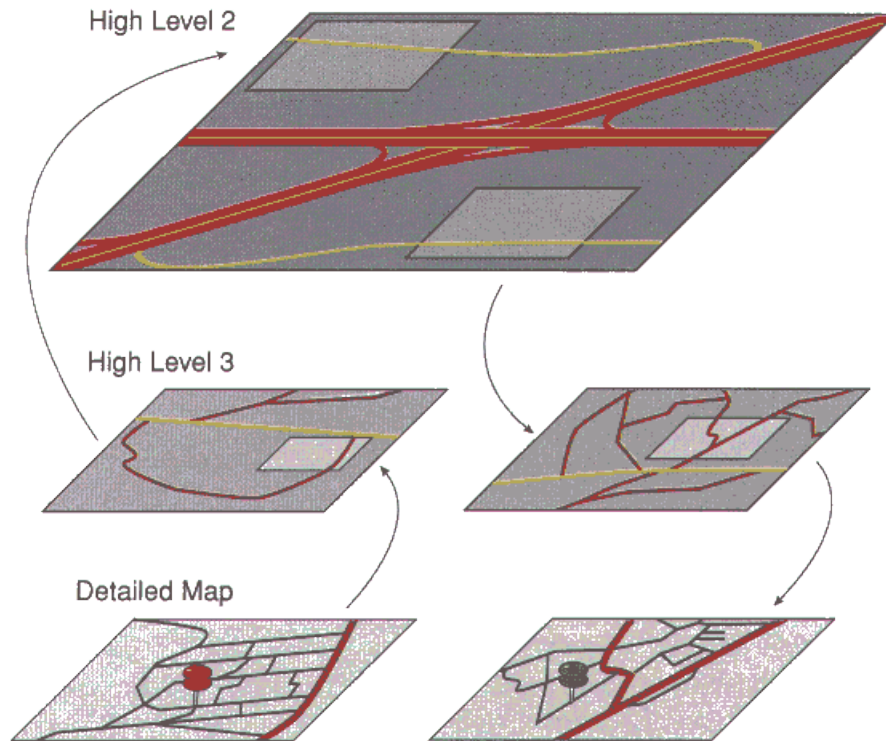
Voraussetzungen:
Exaktes Basismaterial
(topografische Karten im Abgleich mit
Luftbild- und Satellitenaufnahmen,
Verkehrsplanungsunterlagen, Adress-
verzeichnisse, Kataloge usw.)
in einem genormten Koordinatensystem
(z.B. des World Geodetic System WGS84
oder des Europäischen Terrestrischen
Referenzsystems ETRS89).



→ Datenbanken, in denen einzelne Straßenabschnitte (sog. Vektoren) mit Zusatzinformationen (z.B. zu Straßenkategorie, Vorschriften, Beschränkungen, Straßennamen, allgemein interessierende Punkte, wie Hotels, Gaststätten, kulturelle Einrichtungen) gespeichert sind.

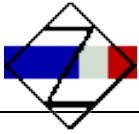


Verknüpfung der Datensätze in mehreren Datenbanken mit unterschiedlicher Detaillierung in Segmente:



- High Level 1:
Segmente, die nur Autobahnen umfassen.
- High Level 2:
Segmente, die Autobahnen und Bundesstraßen umfassen.
- High Level 3:
Segmente mit allen Autobahnen, Bundes- und Landstraßen.
- Detailed Map:
Segmente a 16 KByte mit allen zur Verfügung stehenden Informationen.

Die Unterteilung in Segmente unterschiedlicher Detaillierung ist erforderlich, um die Navigationsberechnungen überhaupt in akzeptablen Zeiträumen durchführen zu können.



Neben den Datenbanken in den vier unterschiedlichen Detailebenen sind für eine grafische Darstellung auf Bildschirmen mit unterschiedlichen Darstellungsmaßstäben noch drei Flächenkarten (sog. landuse maps) erforderlich.

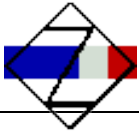
Hinzu kommen die Datenbanken zu den allgemein interessierenden Punkten (points of interest) mit textlichen Zusatzinformationen, Suchroutinen und Querverweise.

Erste Navigationsdatenbanken für Deutschland hatten einen Umfang von etwa 180 MByte (→ damals nur auf CD-ROM unterbringbar).

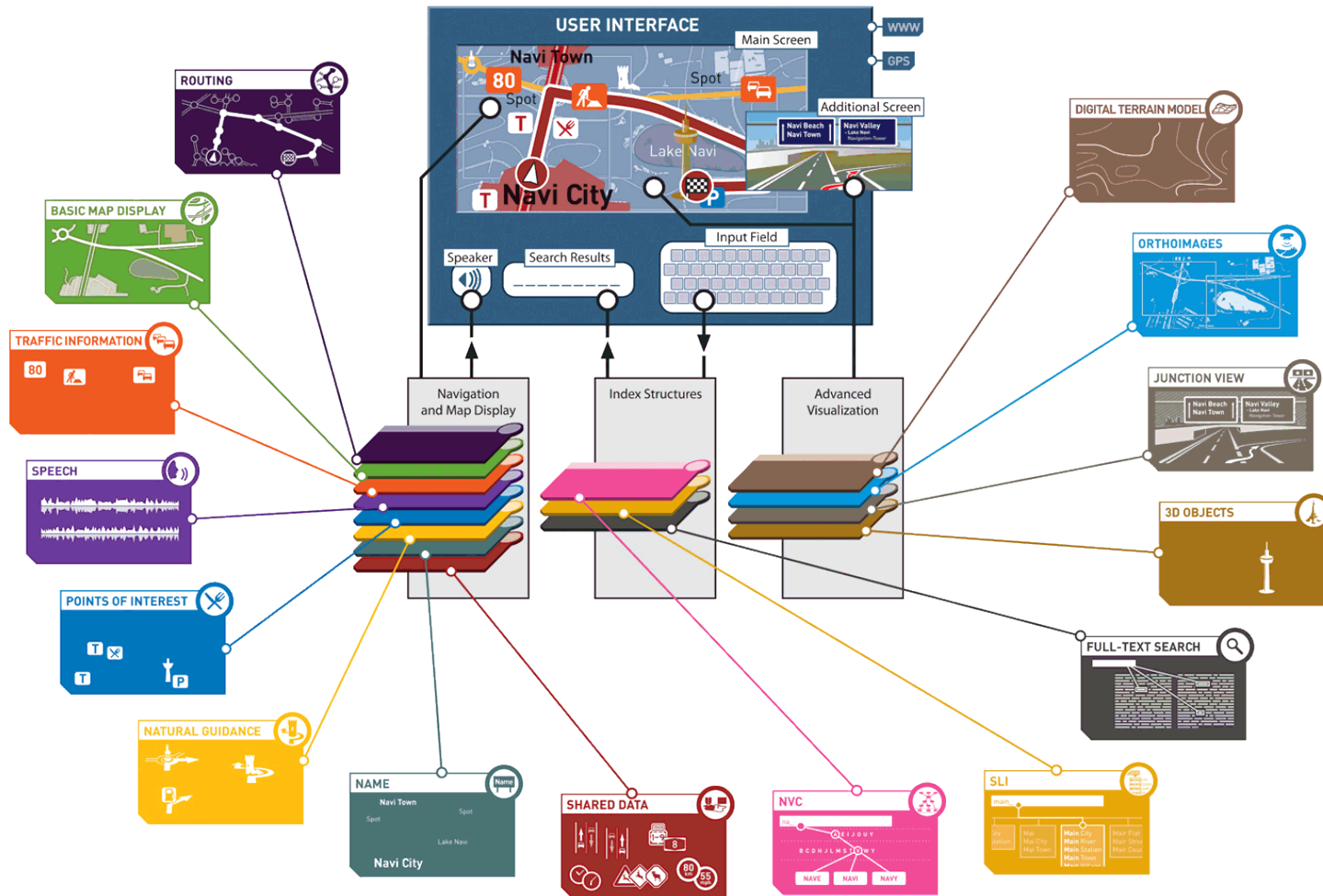
Aufteilung: ca. 50% für Detailed maps, 10% für High Level maps, 20% für landuse maps und der Rest für Zusatzinformationen, Querverweise usw.

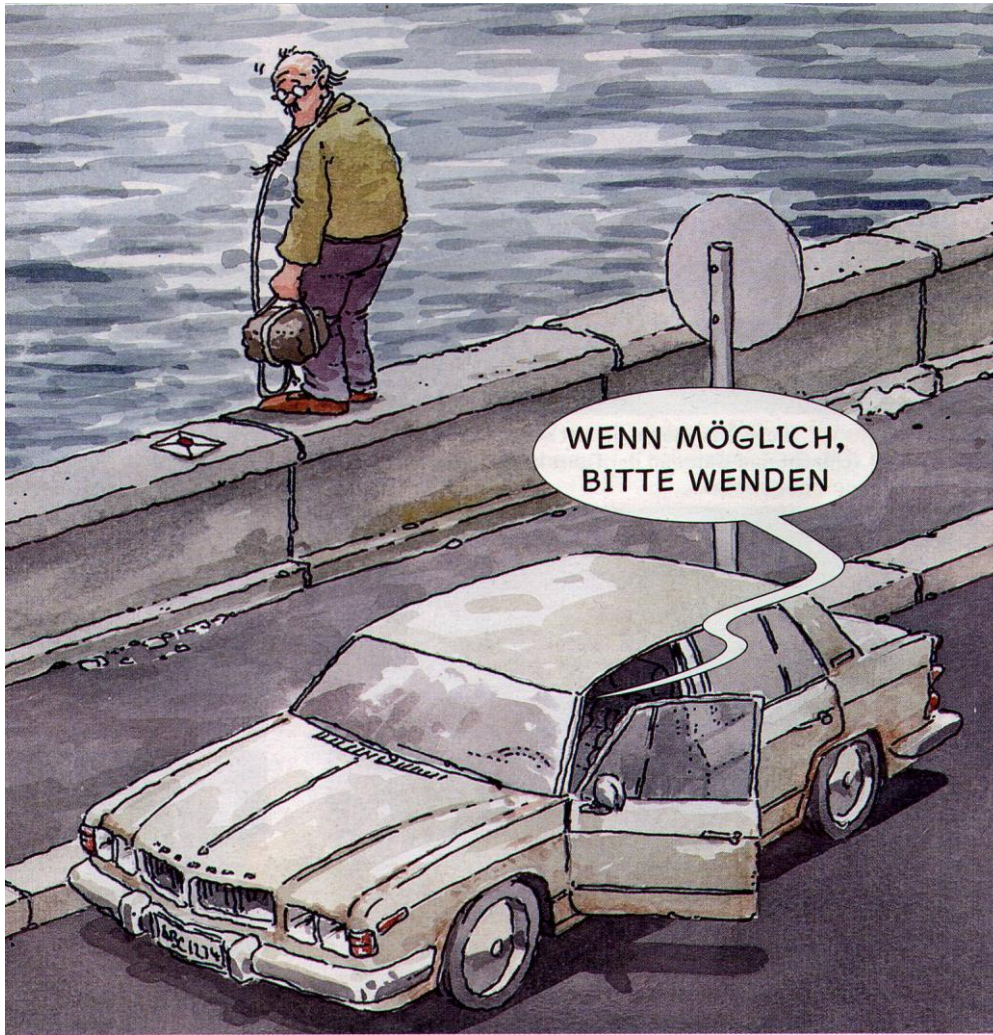
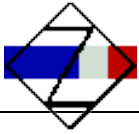
Heutige Navigationssysteme sind hinsichtlich der verwendeten Software und Datenbasis nicht zueinander kompatibel. → Hoher Aufwand für die Aktualisierung des Datenmaterials (Updates), der meist an die Kunden weiter gegeben wird.

Seit 2004 arbeitet die Physical Storage Format (PSF) Initiative, ein Zusammenschluss führender Automobilhersteller, Hersteller von Navigationssystemen und Lieferanten von Kartendaten an einem weltweit einheitlichem Datenformat für systemunabhängige Rohdaten. Dabei sollen ähnlich den Detailed maps sog. Kacheln zum Einsatz kommen, die allerdings in mehrere unterschiedliche Informationsebenen aufgeteilt sind. (Dabei würde Deutschland in etwa 550.000 Kacheln aufgeteilt.)



PSF Initiative → 2009 Navigation Data Format (e.V.), seit 2012 im Fahrzeugeinsatz.



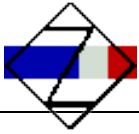


Zielführung:

Lotsen eines Fahrzeugführers vom Start zum Zielpunkt auf einer nach Schnelligkeit, Wirtschaftlichkeit oder nach besonderer Streckenführung optimierten Fahrtroute.

Erste Navigationssysteme arbeiteten als sog. autarke Navigationssysteme, d.h. ohne Rücksicht auf die aktuelle Verkehrssituation.

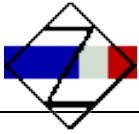
Dynamische Zielführung: Automatisiertes Überprüfen und ggf. Ändern der momentanen Fahrtroute durch Einbinden aktueller Verkehrsinformationen (z.B. über RDS-TMC).



Trends:

Vielfältige Verknüpfungen mit anderen Fahrzeugteilsystemen im Rahmen eines komplexen Fahrzeugmanagements, wie beispielsweise:

- Einbindung der Navigationsinfos in ein Fahrzeuginformationssystem;
- Notruf- und Wiederauffindungsfunktionen;
- Kopplung mit Fahrer-Assistenzsystemen zum vorausschauenden Fahren im Sinne der Fahrsicherheit (z.B. positionsabhängiger Geschwindigkeitsbegrenzer);
- Kombination mit Kurvenlichtsystemen (AFS) zur rechtzeitigen Ausleuchtung von Kurven;
- Entwicklung von optimierenden Fahrstrategien für das Antriebsstrangmanagement um Kraftstoff/Elektroenergie einzusparen.
- Weitere Verfeinerung des Kartenmaterials als wichtige Voraussetzung für autonomes Fahren.

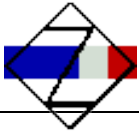


7 Informationssysteme

7.1 Radio-Daten-System (RDS) und
Traffic Message Channel (TMC)

7.2 Navigationssysteme

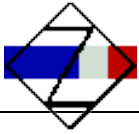
7.3 Mobilfunksysteme



Geschichtliche Entwicklung der Mobilfunksysteme:

- 1881: erstes öffentliches Telefonnetz in Berlin (mit zunächst 48 Teilnehmern)
- 1888: **Heinrich Herz** gelingt der experimentelle Nachweis der elektromagnetischen Wellen – der Maxwellschen Theorie.
- 1898: **Ferdinand Braun** erzeugt eine Funkverbindung über 30 km.
- 1901: **Guglielmo Marconi** mit erster drahtloser Telegrafie über den Atlantik
- 1923: erste Sprechfunkverbindung über den Atlantik
- 1926: mobile Telefonie für die Fahrgäste der Bahnstrecke Berlin-Hamburg
- 1930er Jahre: Das amerikanische Unternehmen **Motorola** entwickelt ein Handfunksystem namens „**SCR 536 Handie Talkie**“.

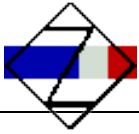




Geschichtliche Entwicklung der Mobilfunksysteme:

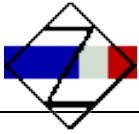
- nach 1945: erste Sende- und Empfangseinrichtungen für private Anwendungen in Westdeutschland (z.B. in Taxis)
 - 1950: erste Verbindungen aus dem Festnetz zu mobilen Endgeräten
 - 1958: erstes Mobilfunknetz der Bundesrepublik, eingeführt als „öffentlich beweglicher Landfunkdienst“
 - Bezeichnung: **A-Netz** (A1)
 - Frequenzbereich: 156 – 174 MHz
 - Handvermittlung
 - 17 Duplexkanäle
 - später erweitert um das Netz A2 mit weiteren 19 Duplexkanälen
 - bis 1977 in Betrieb
 - Für max. 11.000 Teilnehmer standen durch Mehrfachbenutzung gleicher Frequenzen in genügend großem Abstand etwa 320 Duplexkanäle zur Verfügung.
- Feste Zuordnung eines Funkkanals zu einem Teilnehmer nicht möglich, sonder nur bei Bedarf (multiple access).





Geschichtliche Entwicklung der Mobilfunksysteme:

- 1972: **Mobilfunknetz B1** (1980 erweitert um B2) in Deutschland, Österreich, Luxemburg und den Niederlanden
- Frequenzbereiche (B1): 148,4 – 149,1 MHz (uplink)
153,0 – 153,7 MHz (downlink)
bzw. (B2) 157,6 – 158,3 MHz (uplink)
162,2 – 162,9 MHz (downlink)
- 151 Funkzonen mit jeweils bis zu 38 (später 75) Duplexkanälen
(insgesamt bis zu 850 Duplexkanäle durch Mehrfachnutzung gleicher Frequenzen)
- max. 27.000 Teilnehmer, automatisierte Teilnehmer-Selbstwahl
- Probleme durch Frequenzüberlappung benachbarter Funkzonen
- bis 1994 in Betrieb
- Noch kein echtes Roaming möglich, d.h. aktueller Aufenthaltsort (Funkzone) des Anzurufenden musste bekannt sein.
- Noch kein Handover, d.h. keine Übergabe eines Gespräches von einer Funkzone zu einer anderen.



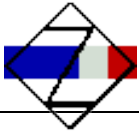
Geschichtliche Entwicklung der Mobilfunksysteme:

- 1985: **C-Netz** als Ergänzung zum bestehenden B-Netz
 - Frequenzbereiche: 451,3 – 455,7 MHz (uplink)
461,3 – 465,7 MHz (downlink)
 - 1.900 Funkzellen mit 222 (später 287) Duplexkanälen
max. 794.000 Teilnehmer



- analoge Sprachübertragung mit digitaler Steuerung des Netzes
 - vollautomatische Vermittlung einschließlich Roaming und Handover
 - Datendienste mit max. 2.400 Bit/s möglich
- bis 2000 in Betrieb

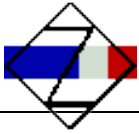
Das C-Netz markiert das Ende der ersten Mobilfunkgeneration.



Geschichtliche Entwicklung der Mobilfunksysteme:

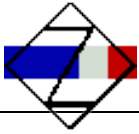
- 1982: Beschluss des CEPT (Europäische Konferenz der Verwaltungen für Post und Telekommunikation), ein gemeinsames paneuropäisches Mobilfunknetz im Frequenzband um 900 MHz zu entwickeln.
 - Entwurf eines einheitlichen Standards durch *Groupe Speciale Mobile (GSM)*Heute steht GSM für *Global System for Mobile Communicatons*, wird als zweite Mobilfunkgeneration (2G) bezeichnet und weltweit eingesetzt.
- 1992/93: *D-Netze* nach dem internationalen europäischen GSM-Standard
 - Europaweite Nutzung
 - Frequenzbereiche: 890 – 915 MHz (uplink)
935 – 960 MHz (downlink)
 - mehrere zehntausend Funkzellen mit durchschnittlich 140 Duplexkanälen
 - volldigitale Sprachübertragung und Steuerung des Netzes
 - Datendienste zunächst mit zunächst 9.600 Bit/s
- 1994/97: *E-Netze* nach dem europäischen DCS-(GSM-) Standard
 - Frequenzbereiche: 1,710 – 1,785 GHz (uplink)
1,805 – 1,880 GHz (downlink)
 - mehrere zehntausend Funkzellen mit durchschnittlich 130 (von 427 möglichen) Duplexkanälen





Geschichtliche Entwicklung der Mobilfunksysteme:

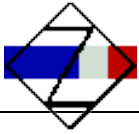
- Der Schwerpunkt der in den 1980er Jahren entwickelte GSM-Technologie lag in einer qualitativ hochwertigen Sprachübertragung bei gleichzeitig geringem Verbrauch an Ressourcen (Funkfrequenzen).
→ Zunächst nur geringe Datenraten möglich (9,6 KBit/s).
- Mit der Entwicklung von Notebooks bestand zunehmender Bedarf an mobilen Internetzugängen → höhere Datenraten erforderlich.
- ab 2000: Erhöhung der Datenrate pro Kanal auf 14,4 KBit/s.
- Durch Einführung der **Kanalbündelung - High Speed Circuit Switched Data (HSCSD)** sind theoretisch $8 \times 14,4 \text{ KBit/s} = 115,2 \text{ KBit/s}$ möglich.
Praktisch werden aber nur Datenraten bis zu 43,2 Kbit/s genutzt.
- Telefonie oder Datenübertragung (HSCSD) sind leitungsorientiert, d.h. ein oder mehrere (Funk-)Kanäle stehen für die gesamte Verbindungszeit komplett zur Verfügung. → Verschwendung von Ressourcen in Sprach- oder Sendepausen.
- Bessere Nutzung der Ressourcen durch **paketorientierte Übertragung von Daten**, d.h. Zuteilung der Kanäle nur nach Bedarf. (entspricht Basistechnologie im Internet)
- **General Packet Radio Service (GPRS)** ermöglicht prakt. Datenraten bis 55,6 KBit/s.
- Weiterentwicklung: **Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE)** erreicht durch ein verändertes Modulationsverfahren (GMSK → 8PSK) z.Z. bis zu 220 KBit/s (downlink) bzw. 110 KBit/s (uplink).



Geschichtliche Entwicklung der Mobilfunksysteme:

2001: [Universal Mobile Telecommunications System – UMTS](#) zunächst auf der Isle of Man (GB), ab 2002 in Österreich und ab 2004 in Deutschland.

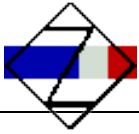
- Ziel war die Integration der unterschiedlichen Technologien des Mobilfunks und der schnurlosen Heimtelefone (DECT) unter Einschluss der Festnetze in einen gemeinsamen weltweiten Standard der dritten Mobilfunkgeneration (3G).
- Entwicklungsschwerpunkt war dabei eine drastischen Erhöhung der Datenraten, um Bildtelefonie, multimediale Inhalte oder mobiles Internet zu ermöglichen.
- Frequenzbereiche: 1,920 – 1,980 GHz (uplink)
2,110 – 2,170 GHz (downlink)
allerdings in Deutschland auf sechs Anbieter aufgeteilt in jeweils 2 Frequenzbänder a 5 MHz (FDMA).
(Geplant sind weitere UMTS-Frequenzen oberhalb 2,6 GHz.)
- Im derzeit in Deutschland verwendeten [Frequency Division Duplex \(FDD\)](#) Verfahren sind Datenraten bis 384 KBit/s möglich.
- Das technisch anspruchsvollere [Time Division Duplex \(TDD\)](#) Verfahren ermöglicht Datenraten bis 1.920 KBit/s.
- Künftig sollen mittels der UMTS-Weiterentwicklung [High Speed Downlink Packet Access \(HSDPA\)](#) bzw. [High Speed Uplink Packet Access \(HSUPA\)](#) Datenraten bis 7,2 MBit/s erreicht werden.



Geschichtliche Entwicklung weiterer Mobilfunksysteme:

- **Funkrufsysteme:** 1974 Eurosignal, 1989 Cityruf, 1990 Euromessage, 1997 ERMES
- **schnurlose Telefone:** analog – CT0, CT1, CT1+
digital – CT2, ab 1991 DECT
- **Bündelfunk:** ab 1974 zunächst nicht öffentlich als Betriebs- oder Behördenfunk,
ab 1995 öffentlich als privater Funkdienst TETRA
- **CB-Funk (Citizens Band Radio):** Frequenzbereich 26,5 – 27,4 MHz mit insgesamt
80 Kanälen (öffentlich)
- **satellitengestütztes weltweites Mobilfunksystem „Iridium“:**
 - ab 1985 geplant, einsatzfähig ab 1998
 - 66 Satelliten in erdnahe Umlaufbahn (778 km) auf sechs Kreisbahnen
 - Frequenzbereich bei 1,6 GHz
 - Immense Kosten (5 Mrd. \$), hohe Gebühren und zu geringe Einnahmen führten 2000 zum Konkurs.
 - ab 2001 unter neuer Betreibergesellschaft wieder aktiv
- **andere satellitengestützte Systeme:**
 - Globalstar in erdnahe Umlaufbahn (1414 km)
 - Inmarsat geostationär (ca.36.000 km)

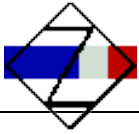




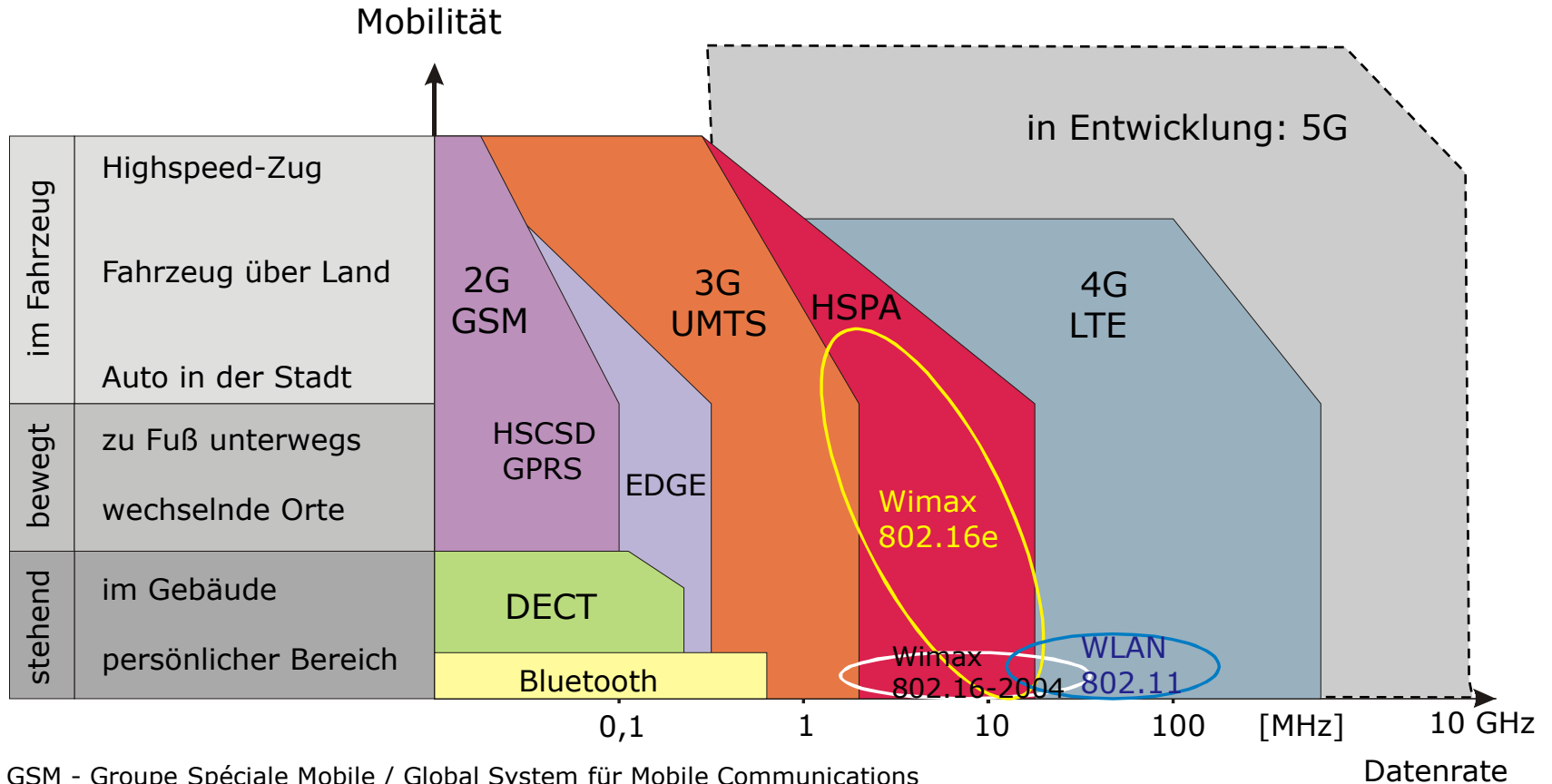
Weitere Entwicklung der Mobilfunksysteme:

ab 2009: [Long Term Evolution of UMTS \(LTE\)](#)

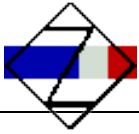
- Vollständig auf Übertragung von Daten ausgerichtet mit Datenraten im Bereich von 100 Mbit/s. → Sprachdienste mittels [Voice over Internet Protocol \(VoIP\)](#).
- Bandbreite eines Kanals 20 MHz (UMTS: 5 MHz, GSM: 200 kHz)
- Einbeziehung weiterer Geräte der Konsumelektronik, z.B. Fotokameras, MP3-Player, eBook-Reader, Handy-TV mit direktem Netzzugang.
- Mögliche Vernetzungstechnologie für die intelligente Steuerung von Verkehrsströmen.
- geplante Weiterentwicklung: [LTE Advanced](#) mit Kanalbandbreiten von 100 MHz
- Ab 2014 erste Entwicklungen zum neuen Standard 5G als Voraussetzung für totale Vernetzung der Welt (Internet of Things – IoT)



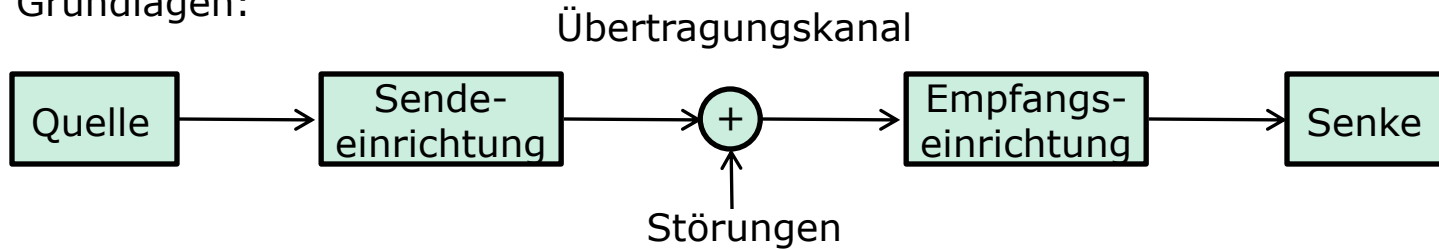
Entwicklung der Mobilfunksysteme:



- GSM - Groupe Spéciale Mobile / Global System für Mobile Communications
- HSCSD - High Speed Circuit Switched Data
- DECT - Digital Enhanced Cordless Telecommunications
- UMTS - Universal Mobile Telecommunications System
- LTE - Long Term Evolution
- Wimax - Worldwide Interoperability for Microwave Access (IEEE 802.16)
- GPRS - General Packet Radio Service
- EDGE - Enhanced Data Rates for GSM Evolution
- HSPA - Highspeed Paket Access
- WLAN - Wireless Local Area Network (IEEE 802.11)



Grundlagen:



Quellenkodierung: Vermindern von Redundanzinformation → Minimierung der zu übertragenden Informationen.

Kanalkodierung: Anpassen des zu übertragenden Signales an die Eigenschaften des Übertragungskanals.

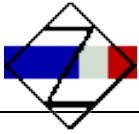
Übertragungskanal: Besondere Bedingungen eines Funk-Übertragungskanals im Vergleich zu leitungsgebundenen Systemen durch

- Begrenzte Ressourcen (Kanäle) aufgrund des zur Verfügung stehenden Frequenzbereiches;
- physikalische Eigenschaften der Funkwellen in der Atmosphäre;
- Probleme aufgrund allgemeiner Zugänglichkeit des Übertragungsweges (Störungen, Abhörsicherheit).

Störungen des Übertragungskanals durch: - Rauschen im Übertragungsweg;

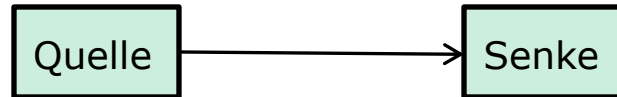
- atmosphärische Störungen (Gewitter, Sonnenwind);
- Reflexion, Beugung, Brechung der Funkwellen an Hindernissen
→ Mehrweg-Empfang → Interferenzen → Dämpfungen/Verzerrungen.
- Störsender

Empfangsaufbereitung: Fehlerkorrektur / Rekonstruktion des Nutzsignales.



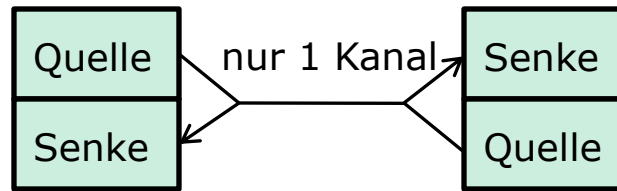
Übertragungsrichtungen:

Simplex



z.B. Radio

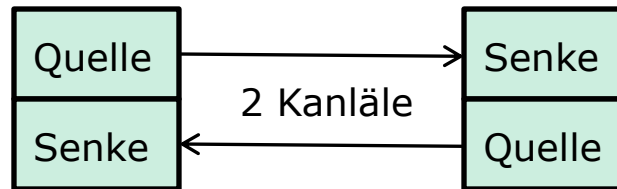
Halb-Duplex



z.B. CB-Funk

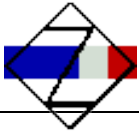
Senden/Empfangen nicht zeitgleich

(Voll-)Duplex



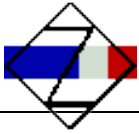
z.B. Telefon

Senden/Empfangen zeitgleich



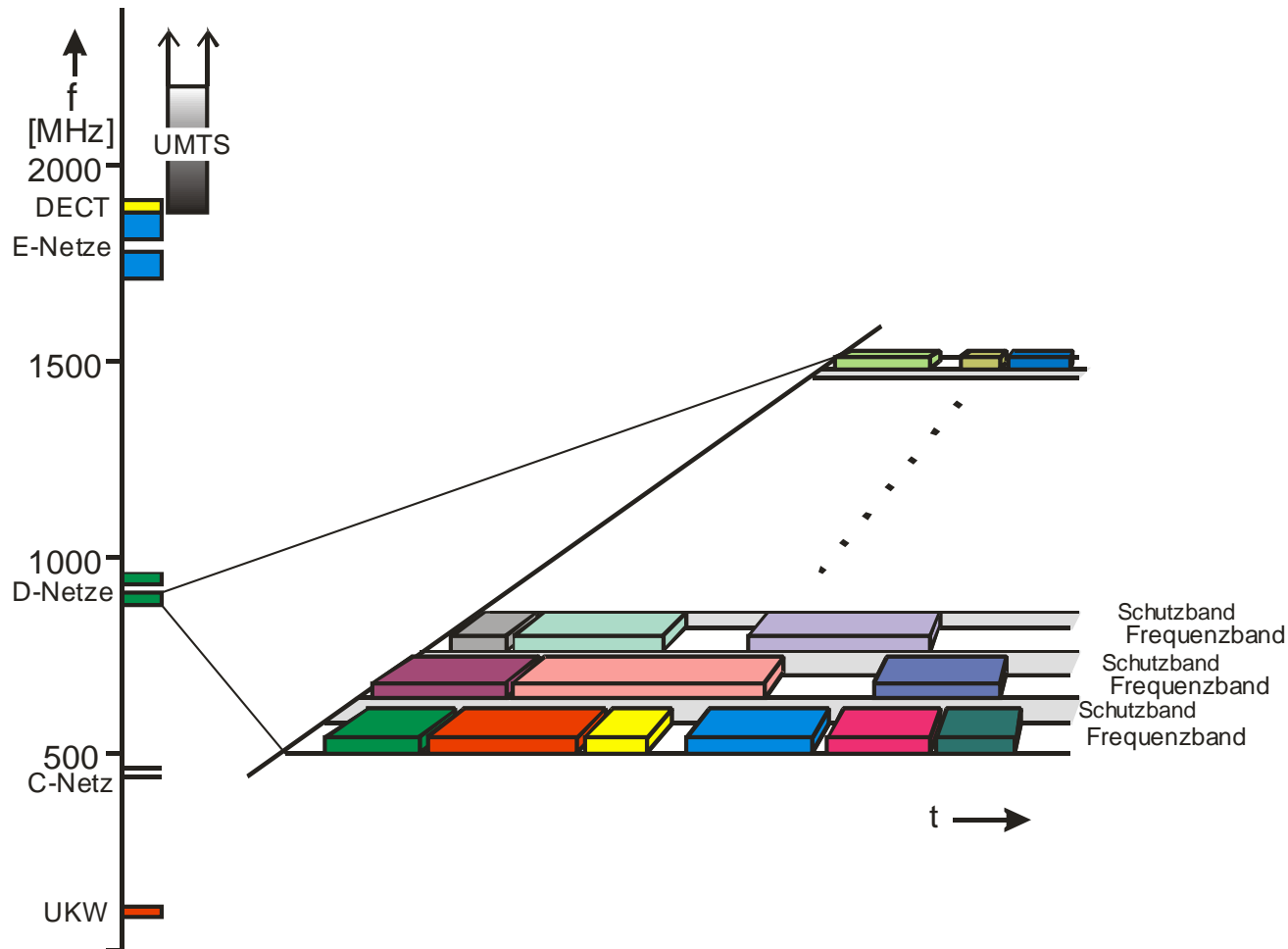
Bei der Nutzung von Funkverbindungen innerhalb des Übertragungskanales sind zwei Hauptprobleme zu lösen:

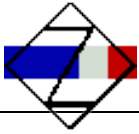
1. Der zur Verfügung stehende Frequenzbereich ist der bestimmende Faktor.
→ Minimieren der Übertragungsbandbreite pro Kanal (z.B. durch Komprimierung).
2. Da für alle Übertragungskanäle das gleiche Übertragungsmedium (Funk) genutzt wird, muss gegenseitige Beeinflussung vermieden werden. → **Orthogonalität**



Möglichkeiten, in einem Funksystem Orthogonalität zu erreichen:

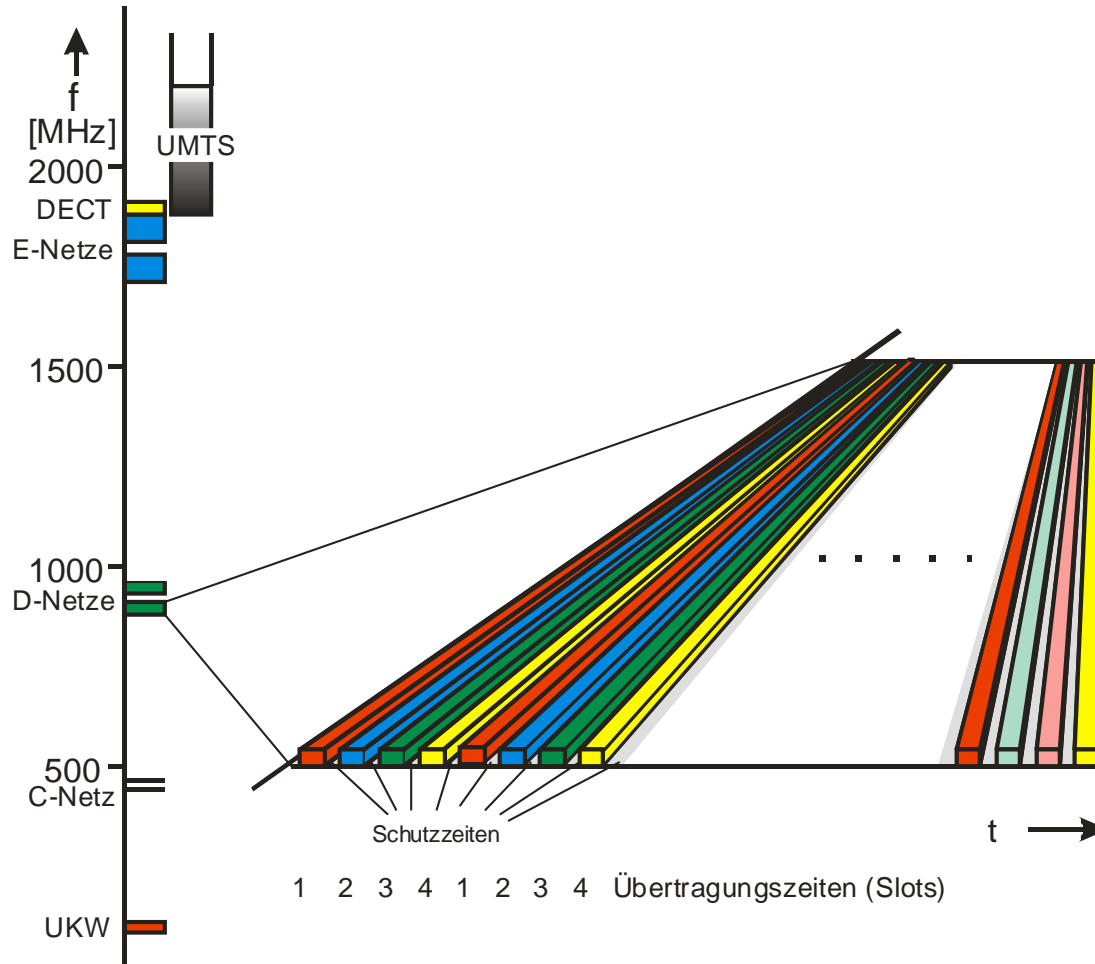
- Mehrfachnutzung des zur Verfügung stehenden Frequenzbereiches durch Frequenzmultiplex, d.h. Aufteilung des Gesamtfrequenzbandes in (schmale) Teilfrequenzbänder (**Frequency Division Multiplexing – FDM**).

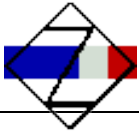




Möglichkeiten, in einem Funksystem Orthogonalität zu erreichen:

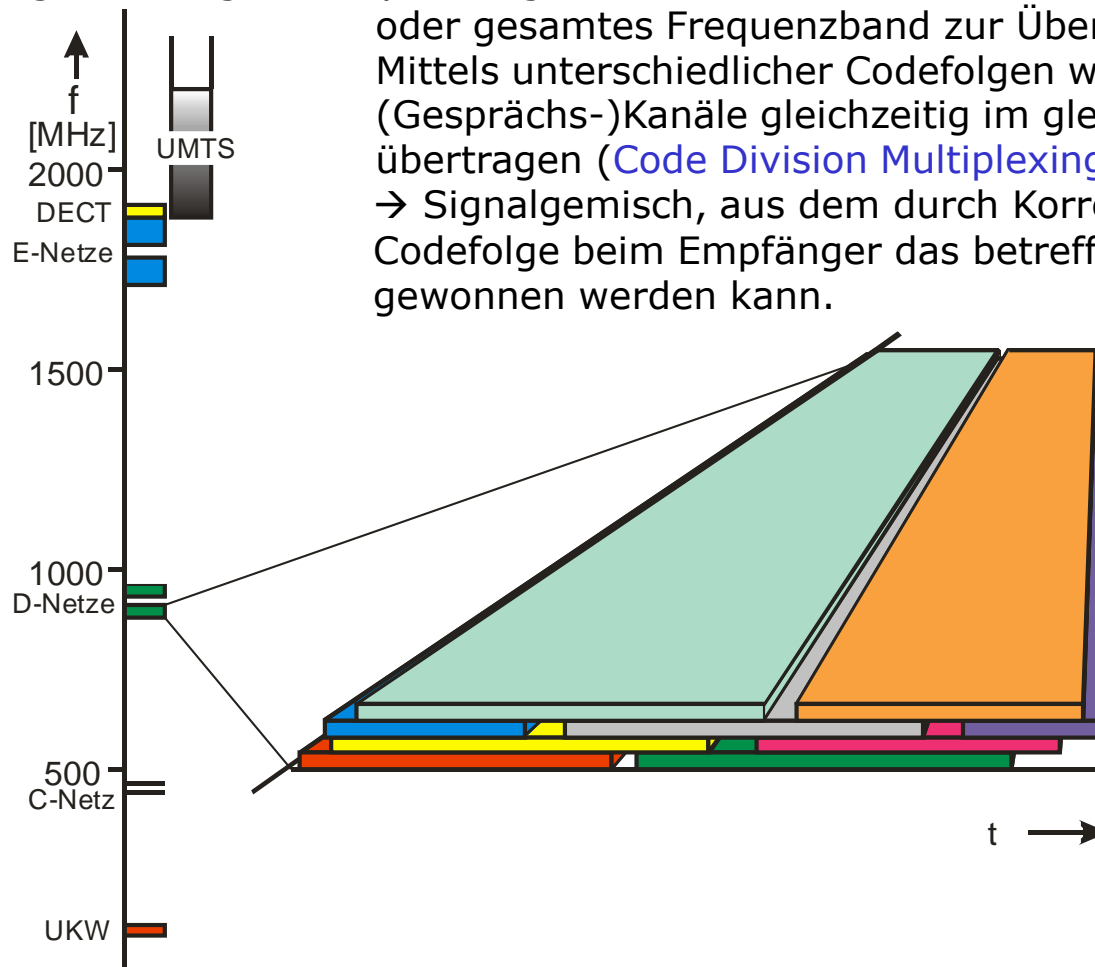
- Mehrfachnutzung des zur Verfügung stehenden Frequenzbereiches durch Zeitmultiplex, d.h. Aufteilung der Gesamtübertragungszeit in Zeitscheiben unter Nutzung des kompletten Frequenzbandes (**Time Division Multiplexing – TDM**).

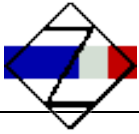




Möglichkeiten, in einem Funksystem Orthogonalität zu erreichen:

- Mehrfachnutzung des zur Verfügung stehenden Frequenzbereiches durch Codemultiplex, d.h. Kodieren der Nutzinformation mit hochfrequenten eindeutigen Codefolgen. → sog. Codespreizung → höhere Bandbreite notwendig → größere Teile oder gesamtes Frequenzband zur Übertragung erforderlich. Mittels unterschiedlicher Codefolgen werden mehrere (Gesprächs-)Kanäle gleichzeitig im gleichen Frequenzband übertragen ([Code Division Multiplexing – CDM](#)). → Signalgemisch, aus dem durch Korrelation mit eindeutiger Codefolge beim Empfänger das betreffende Nutzsignal zurück gewonnen werden kann.

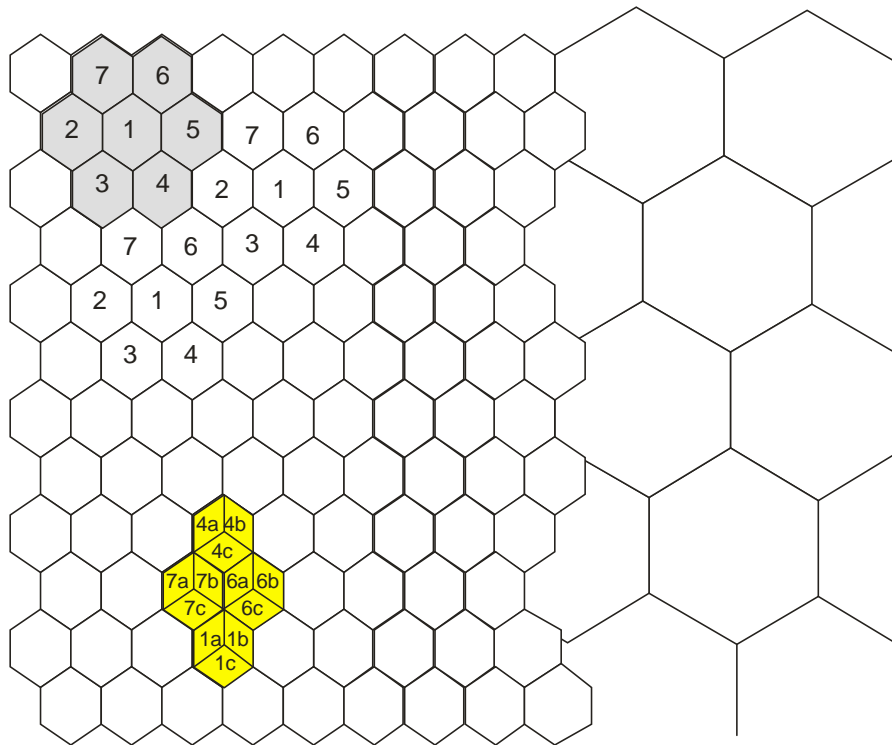




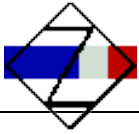
Möglichkeiten, in einem Funksystem Orthogonalität zu erreichen:

- Mehrfachnutzung des zur Verfügung stehenden Frequenzbereiches durch Raummultiplex, d.h. Verringerung der Sendeleistung, sodass in genügend großen Abständen gleiche Frequenzen erneut benutzt werden können.

→ zellulare Strukturen (Space Division Multiplexing – SDM)

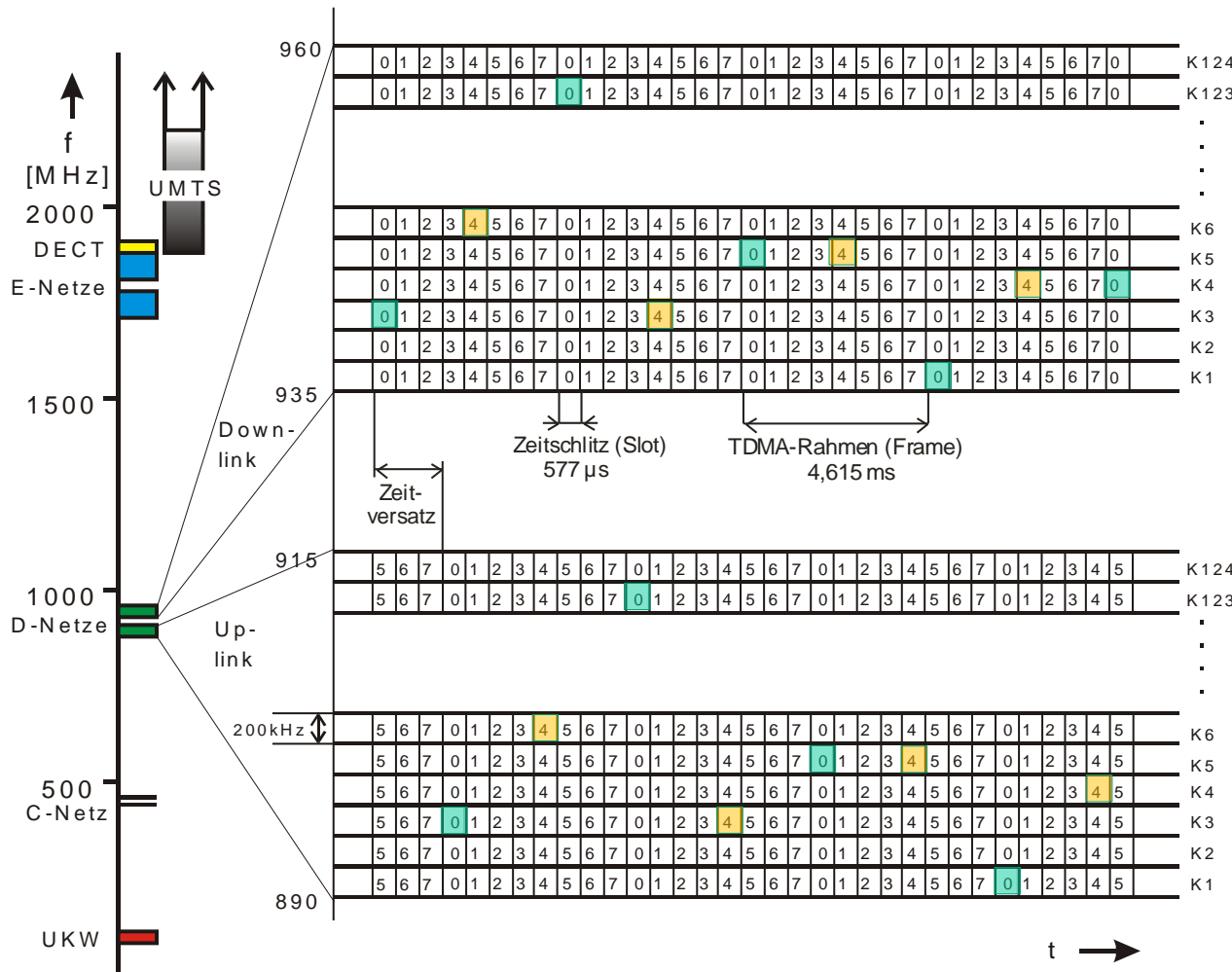


- Anpassen der Zellgröße an Topologie und Verkehrsdichte.
- Mehrere Zellen bilden ein sog. Cluster.
- Ggf. Übergang zu Kleinstzellen und Mikrozellen.

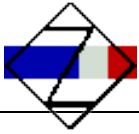


GSM-Mobilfunknetze (am Beispiel des GSM 900 Standard):

Mehrfachnutzung der Übertragungskapazität durch Mischsystem aus Frequenz- und Zeitmultiplex (Frequency and Time Division Multiple Access - FDMA/TDMA).



- Aufteilung der beiden Frequenzbänder (uplink und downlink) in jeweils 124 Teilfrequenzbänder a 200 KHz.
- Gleichzeitig Aufteilung der Übertragungszeit in Zeitschlitz (Slots). Pro Gesprächskanal steht im Takt von 4,615 ms eine Übertragungszeit von 577 μs zur Verfügung.
- Duplexabstand zwischen downlink und uplink 45 MHz und 3 Zeitschlitz.
- Frequenzsprungverfahren (frequency hopping), d.h. ständiges Wechseln der Frequenz der Gesprächskan. → geringere Störanfälligkeit u. verbesserte Abhörsicherheit.



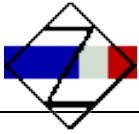
GSM-Mobilfunknetze (am Beispiel des GSM 900 Standard):

- Mobilstation – zwei Hauptkomponenten:

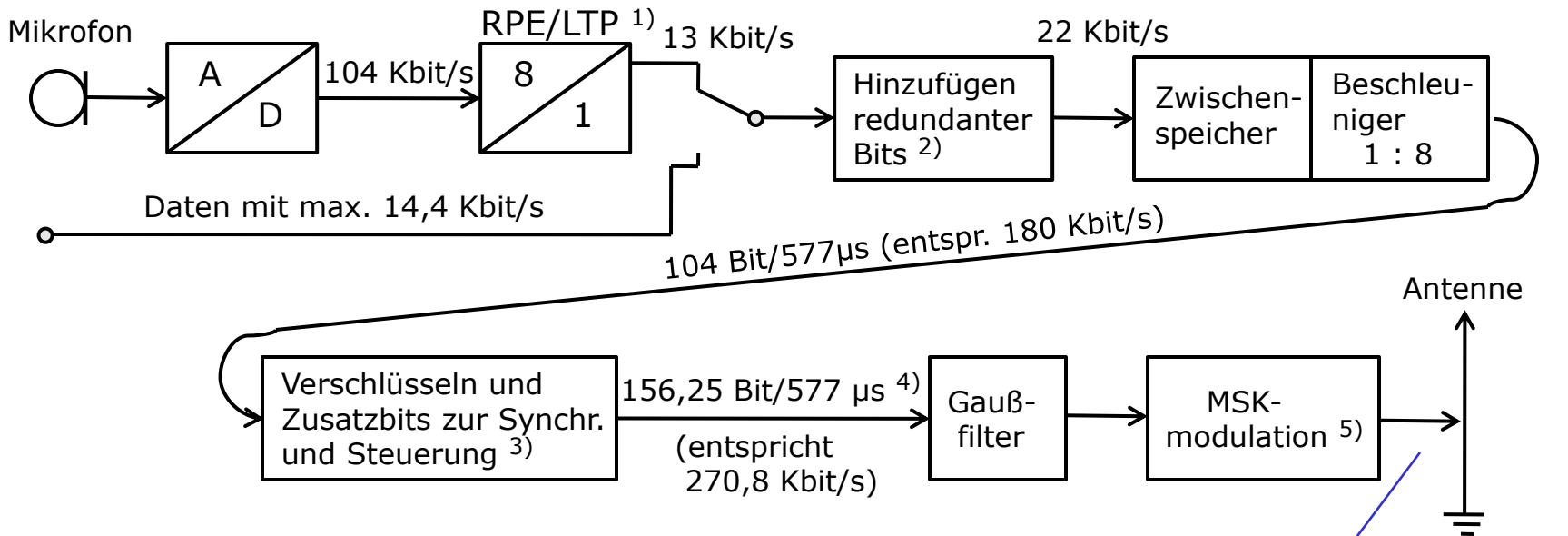
1. Hard- und Software für die Funkübertragung

2. Subscriber Identity Module – SIM:

Speicherkarte mit allen teilnehmerspezifischen Informationen einschließlich Geheimschlüssel K_i .



Signalweg/Datenaufbereitung:



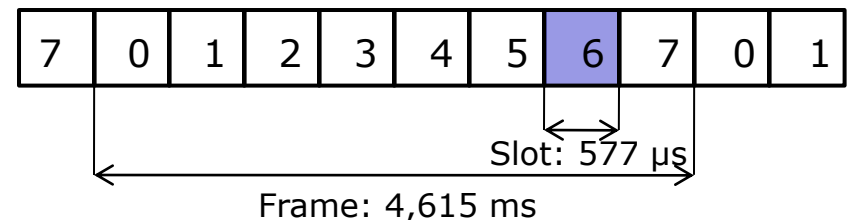
1) RPE/LTP – regular puls exeitation with long term predictor
Datenreduktion mittels Modells des menschlichen Rachenraumes.

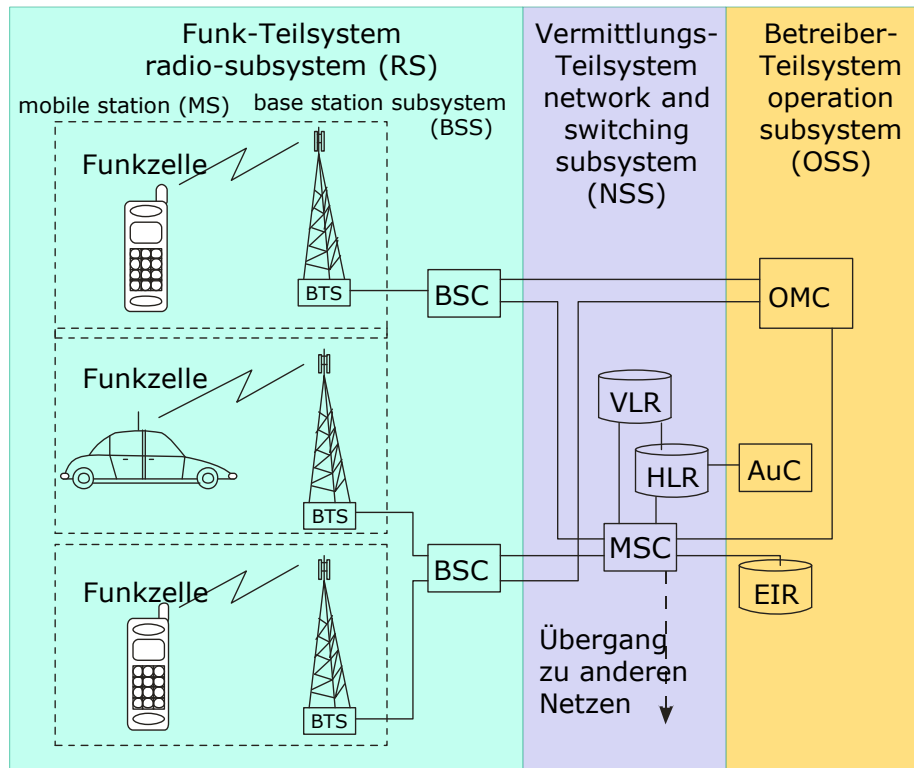
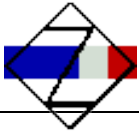
2) Erhöhen der Übertragungssicherheit durch fehlererkennende/fehlerkorrigierende Verfahren.

3) Erzeugen der in einem Zeitschlitz zu übertragenden Gesamtdaten.

4) Datenburst, davon 148 Datenbits und 8,25 Pausenbits (Schutzzeit).

5) MSK – minimum shift keying
Modulationsverfahren mit kleinem Modulationsindex → geringe Bandbreite.





BTS – Funkfeststation (base transceiver station):
Funkbasierte Übertragungskanäle zwischen
Mobilstation (MS) und BTS.

BSC – Feststationssteuerung (base station
controller): Steuerung einer oder mehrerer
Basisstationen, Verwaltung der Funkkanäle,
Handover-Management.

OMC – Betriebs- und Wartungszentrum
(operation & maintenance centre):
Überwachung des Gesamtnetzes,
Sicherheitsfunktionen, Verwaltung der
Teilnehmer, Endgeräte und Gebühren.

AuC – Authentifikationszentrum (authentication
centre): Enthält alle Informationen zur
Identifizierung und zum Schutz der
Teilnehmeridentität einschließlich
Geheimschlüssel K_i .

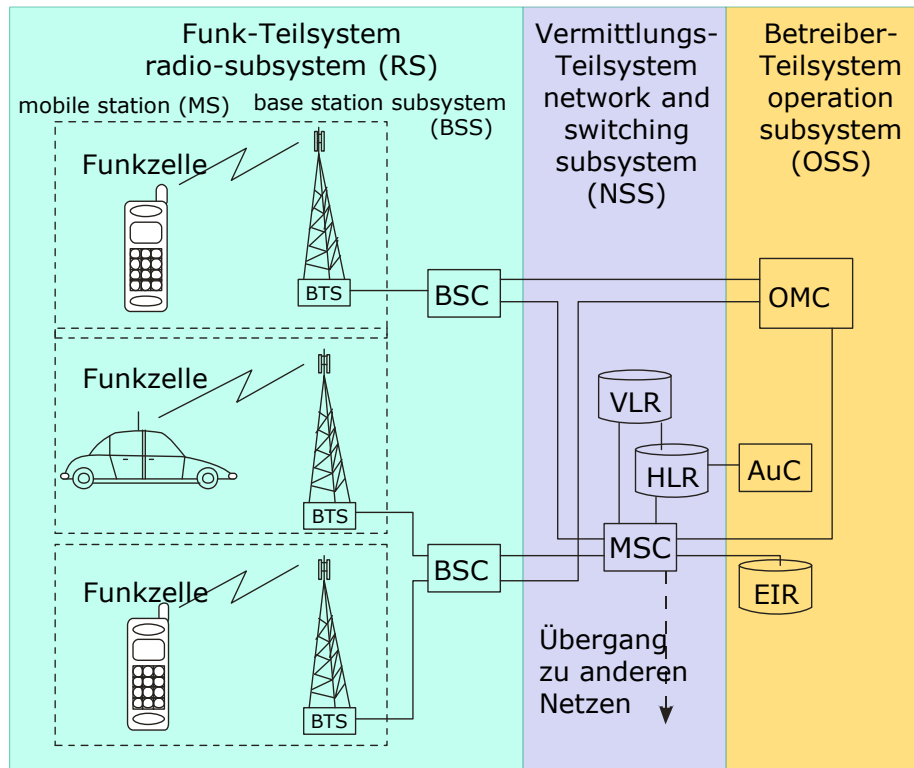
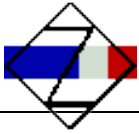
EIR – Geräte-Identifikationsdatenbank
(equipment identity register): Datenbank
über Teilnehmer und Endgeräte.

MSC – Mobilvermittlungsstelle (mobil services switching centre):
ISDN-Vermittlungsstelle mit mobilfunkbezogenen Erweiterungen für Netzverwaltung,
Verbindungsaufbau, Roaming- und Handover-Management sowie Schnittstellen zu anderen Netzen.

zu jeder MSC gehören:

HLR – Heimatdatenbank ((home location register): Datenbank mit allen spezifischen Daten zugeordneter
Teilnehmer einschließlich ihrer aktuellen Aufenthaltsorte.

VLR – Besucherdatenbank (visitor location register): Datenbank zur Verwaltung aller (eingeschalteten)
Mobilstationen innerhalb des der MSC zugeordneten Bereiches.

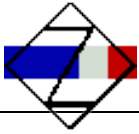


Ablauf der Authentisierung:

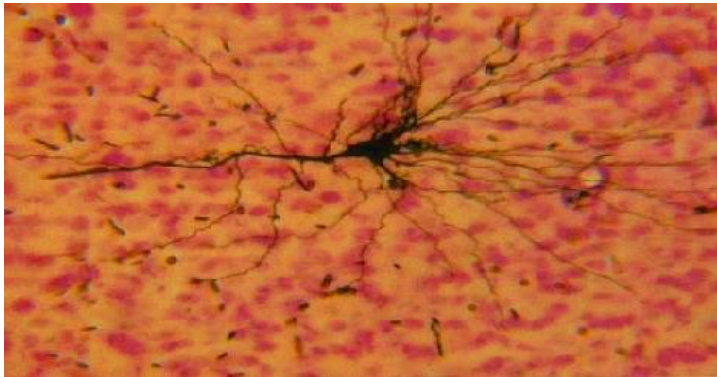
- Mobilstation verfügt auf SIM-Karte über geheimen Schlüssel K_i , der sonst nur noch im AuC gespeichert ist.
- Mobilstation sendet Kennung
→ Neueintrag im VLR.
→ Im AuC wird aus einer Zufallszahl (Rand) und dem Schlüssel K_i eine „Unterschrift“ (signed response – SRes) sowie ein Übertragungsschlüssel K_c erzeugt.
- Rand, SRes und K_c werden über das HLR dem VLR übermittelt.
- Rand wird weiter an die Mobilstation übermittelt. Diese erzeugt mit Hilfe von K_i ebenfalls SRes und K_c .

- Mobilstation sendet SRes = Authentisierung im System.
- Danach erfolgt die Datenübertragung verschlüsselt mittels K_c und einer zusätzlichen Zufallszahl (Count).

Aufgrund dieser Verschlüsselungsprozedur mit jeweils neu gebildeten Zufallszahlen einerseits und der Nichtübertragung des geheimen Schlüssels K_i andererseits wird eine ausreichende Abhörsicherheit im Netz erreicht.

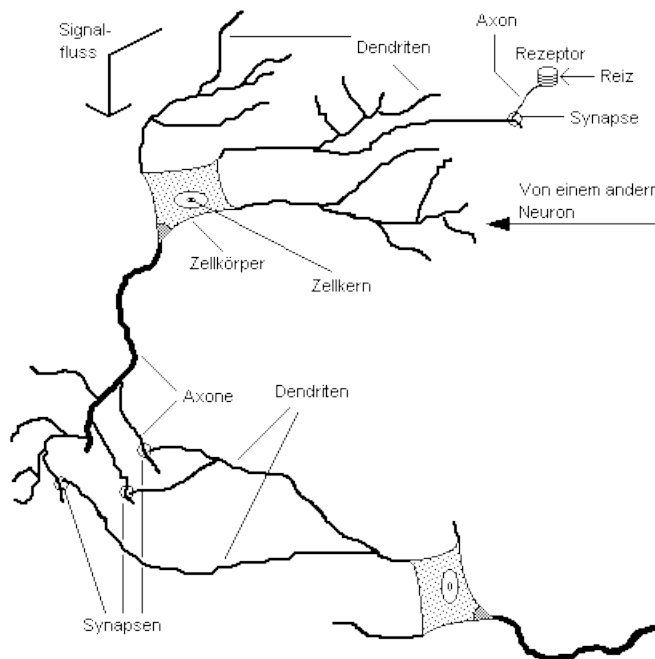


Sind elektromagnetische Wellen gefährlich?



Informationsübertragung im menschlichen Körper erfolgt entweder

- langsam durch Ausschüttung bestimmter Hormone oder
- schnell durch elektrische Impulse, die sich über die Verästelung von Nervenzellen mit einer Amplitude von ca. 100 mV fortpflanzen.

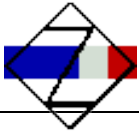


Es kann davon ausgegangen werden, dass die Informationsübertragung im menschlichen Körper durch elektromagnetische Wellen ebenso gestört werden kann, wie in elektronischen Geräten (EMV-Problematik).

Dabei sind die Feldstärke aber auch die wirkenden Frequenzen entscheidend.

Die biologischen Einflüsse auf Organismen sind umstritten.

Bestehende Grenzwerte sind Ergebnis politischer und/oder wirtschaftlicher Interessen (und mit Sicherheit zu hoch).



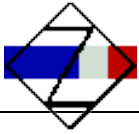
Quelle	Frequenz	Leistung	Dauerbetrieb	Bemerkung
Handys:				
DECT	1,9 GHz	0,25 W	ja	100 Hz Puls
D-Netz	890-960 MHz	< 2 W	nein	217 Hz Puls
E-Netz	1,71-1,88 GHz	< 1 W	nein	217 Hz Puls
UMTS	1,88-2,2 GHz	<0,25 W	nein	100 Hz Puls bei TDD
WLAN	2,4-2,5 GHz	< 0,1 W	ja	teils gepulst
Bluetooth	2,4-2,5 GHz	typ. <0,01 W	ja	gepulst, Frequenzhopping
Basisstat. D-/E-Netz	0,9 bzw. 1,9 GHz	< 50 W	ja	Pulse zwischen 217 Hz und 1733 Hz
Basisstat. UMTS	1,88-2,2 GHz	< 20 W	ja	Pulse bei TDD zwischen 100 Hz und 1500 Hz
Mikrowellen- herd	2,45 GHz	1000 W innen < 50 W außen	nein	
UKW-Rund- funksender	um 100 MHz	bis 100 kW	ja	

Nicht die Sendeleistung ist entscheidend, sondern die Intensität, die Signalform (z.B. als Pulse) und die Zeitdauer der Einwirkung auf den Organismus.

Abstandsgesetz für Strahlungsquellen: $I \cdot r^2 = \text{konst.}$

→ Am Körper getragene Handys sind kritisch zu hinterfragen und besonders bei Kindern und Jugendlichen bedenklich.

Lesetipp: **Mobilfunk – verschwiegene Gefahr** (siehe unter empfehlenswerte Literatur)



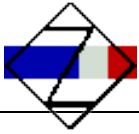
Studie "**Smartphone- und IoT-Verbraucher-trends 2017**"

Mobile-Anbieter B2X in Kooperation mit Prof. Dr. Anton Meyer - Institut für Marketing und Prof. Dr. Thomas Hess - Institut für Neue Medien der Ludwig-Maximilians-Universität München



Die Smartphone-Abhängigkeit nimmt weltweit insbesondere unter jungen Menschen massiv zu.

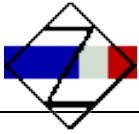
Zu diesem Ergebnis kommt eine neue Studie für die mehr als 2.600 Menschen in Brasilien, Deutschland, Indien, Russland und den VSvA befragt wurden.



Mehr als die Hälfte der Zwanzig- bis Dreißigjährigen überprüft mehr als 50 Mal am Tag und etwa ein Viertel sogar mehr als 100 Mal am Tag ihr Smartphone. Ältere Jahrgänge tun dies deutlich seltener.



25 Prozent der Zwanzig- bis Dreißigjährigen verbringen mehr als 5 Stunden am Tag mit ihrem Smartphone, 50 Prozent zumindest 3 Stunden.



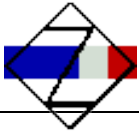
85 Prozent der Nutzer haben ihr Smartphone immer griffbereit, mehr als ein Viertel tragen es ständig an ihrem Körper, sogar in der Nacht.



57 Prozent der Smartphone-Nutzer erwarten von ihren Freunden und ihrer Familie auf Nachrichten eine sofortige Reaktion oder zumindest eine Antwort innerhalb weniger Minuten.



Viele Umfrageteilnehmer fühlen sich ohne ihr Smartphone frustriert (27 Prozent), verloren (26 Prozent), gestresst (19 Prozent) und traurig (16 Prozent).



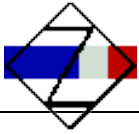
Fast 10 Prozent der weltweiten Konsumenten planen, mehr als 750 Dollar für ihr nächstes Smartphone auszugeben. 26 Prozent haben vor, mindestens 500 Dollar zu investieren.



Die Anschaffung von IoT-Geräten wird der Studie zufolge im dreistelligen Prozentbereich zulegen mit Wachstumspotenzialen von bis zu 250 Prozent bei Virtual-Reality-Brillen und bis zu 500 Prozent bei Drohnen.

Ebenfalls beliebt sind Lösungen für Smart-Home-Automation (330 Prozent Wachstumspotenzial) und Smart Security-Systeme (275 Prozent Wachstumspotenzial).

Die derzeit am meisten verbreiteten vernetzten Geräte - neben Smartphones - sind GPS-Geräte, WiFi-Lautsprecher und Set-Top-Boxen für Streaming-Anwendungen.



Prof. Dr. Manfred Spitzer - Lehrstuhl für Psychiatrie der Universität Ulm:

Wer bis ins hohe Alter im Kopf fit bleiben will, muss sein Gehirn trainieren. Aber die schöne digitale Welt - mit Smartphones, Apps und Navigationssystemen - erleichtert uns den Alltag.

Doch unser Verstand will mit Daten gefüttert werden, denn sonst verkümmert er.

Sehr viele Menschen arbeiten mit digitalen Helfern, weil diese uns geistige Arbeit abnehmen - ähnlich wie Rolltreppen, Fahrstühle und Autos uns körperliche Arbeit abnehmen. Die Folgen mangelnder körperlicher Tätigkeit für Muskulatur, Herz und Kreislauf sind bekannt: Abbau und Minderfunktion. Dass es sich mit unserem Geist ganz ähnlich verhält, haben wir dagegen noch nicht begriffen.

Ein Computer im Kinderzimmer wirkt sich negativ auf die Schulleistungen aus, und im Jugendalter führen Internet und Computer zu einer Verringerung der Selbstkontrolle und zur Sucht.

Halten wir fest: Was wir früher einfach mit dem Kopf gemacht haben, wird heute von Computern, Smartphones, Organizern und Navis erledigt.

Dies birgt immense Gefahren, insbesondere für die sich noch entwickelnden Gehirne von Kindern.

Diese Entwicklung ist bedenklich und erfordert vor allem bei Kindern Konsumbeschränkungen, um den Risiken und Nebenwirkungen digitaler Informationstechnik entgegenzuwirken.

Buchtipp – Manfred Spitzner

Digitale Demenz: Wie wir uns und unsere Kinder um den Verstand bringen